

09/867,464

日本国特許庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office.

出願年月日

Date of Application:

2000年 5月31日

出願番号

Application Number:

特願2000-161323

出願人

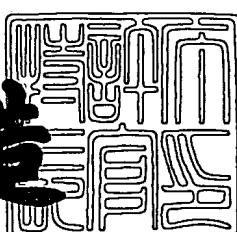
Applicant(s):

株式会社ニコン

2001年 1月19日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及川耕造



【書類名】 特許願  
【整理番号】 00-00562  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H01L 21/027  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社 ニコ  
ン内  
【氏名】 菊地 貴久  
【特許出願人】  
【識別番号】 000004112  
【氏名又は名称】 株式会社 ニコン  
【代理人】  
【識別番号】 100102901  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 立石 篤司  
【電話番号】 042-739-6625  
【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 053132  
【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 評価方法、位置検出方法、露光方法及びデバイス製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板の非線形歪みの規則性や程度を評価する評価方法であつて、

基板上の複数の区画領域の各々について、各区画領域に対応して設けられるマークを検出して所定の基準位置との位置ずれ量を求める工程と；

前記基板上の着目する区画領域の前記位置ずれ量を示す第1ベクトルと、その周囲の複数の区画領域それぞれの前記位置ずれ量を示す各第2ベクトルとの間の少なくとも方向についての相関を求める評価関数を用いて、前記基板の非線形歪みの規則性や程度を評価する工程と；を含む評価方法。

【請求項 2】 前記評価関数は、前記第1ベクトルと前記各第2ベクトルとの間の方向及び大きさについての相関を求めるための関数であることを特徴とする請求項 1 に記載の評価方法。

【請求項 3】 前記評価関数を用いて、前記各区画領域を所定点に位置合わせするのに用いる位置情報の補正值を決定する工程を更に含むことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の評価方法。

【請求項 4】 前記評価関数は、前記基板上の着目する区画領域を前記基板上の N 個 (N は自然数) の区画領域のそれぞれに順次変更して得られる前記第1ベクトルとその周囲の複数のショット領域の各第2ベクトルとの少なくとも方向に関する相関を求めるための N 個の第1関数の相加平均に相当する第2関数であることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の評価方法。

【請求項 5】 基板上の複数の区画領域でそれぞれ所定点との位置合わせに用いられる位置情報を検出する位置検出方法において、

前記基板上の複数のマークを検出して得られる実測位置情報を用いて統計演算により前記位置情報を算出するとともに、前記基板上の着目する区画領域の所定の基準位置との位置ずれ量を示す第1ベクトルと、その周囲の複数の区画領域それぞれの前記基準位置との位置ずれ量を示す各第2ベクトルとの間の少なくとも方向についての相関を求める関数を用いて、前記位置情報の補正值及び該補正值

を決定する補正パラメータの少なくとも一方を決定することを特徴とする位置検出方法。

【請求項6】 前記統計演算によって前記各区画領域の位置誤差の線形成分が補正されて前記位置情報が算出され、前記関数によって前記位置誤差の非線形成分が補正されるように前記補正值が決定されることを特徴とする請求項5に記載の位置検出方法。

【請求項7】 前記実測位置情報は、前記区画領域の設計位置情報に基づく前記所定点との位置偏差に対応し、前記複数の区画領域のうち少なくとも3つの特定区画領域でそれぞれ得られる前記実測位置情報を用いて統計演算を行い、前記位置情報を導出する変換式のパラメータを算出することを特徴とする請求項5又は6に記載の位置検出方法。

【請求項8】 前記特定区画領域毎に前記実測位置情報に重みを与えて前記パラメータを算出するとともに、前記関数を用いて前記重みを決定することを特徴とする請求項7に記載の位置検出方法。

【請求項9】 前記実測位置情報は、前記基板の移動位置を規定する静止座標系上における前記マークの座標値であり、前記位置情報は、前記各区画領域の前記静止座標系上における座標値であることを特徴とする請求項5又は6に記載の位置検出方法。

【請求項10】 前記位置情報の補正值は、前記関数を用いて最適化された補完関数に基づいて決定されることを特徴とする請求項5～9のいずれか一項に記載の位置検出方法。

【請求項11】 基板上の複数の区画領域でそれぞれ所定点との位置合わせに用いられる位置情報を検出する位置検出方法において、

複数枚の基板でそれぞれ前記区画領域の位置情報を検出するために、前記複数枚の基板のうち第2枚目以降の第n枚目の基板については、該第n枚目の基板上の複数のマークを検出して得られる、少なくとも3つの特定区画領域でのその設計位置情報に基づく前記所定点との位置偏差に対応する実測位置情報を用いて統計演算により算出した前記各区画領域の位置情報の線形成分と、前記第n枚目より前の少なくとも1枚の基板での前記各区画領域の位置情報の非線形成分とを用

いることを特徴とする位置検出方法。

【請求項12】 前記各区画領域についての前記位置情報の非線形成分は、前記第n枚目より前の少なくとも1枚の基板についての前記各区画領域の位置情報の計測結果を所定の評価関数を用いて評価した評価結果から得られる前記基板の非線形歪みの規則性や程度を示す指標に基づいて最適化された单一の補完関数と、前記第n枚目より前の少なくとも1枚の基板について求められた前記各区画領域の位置情報の非線形成分に基づいて求められることを特徴とする請求項11に記載の位置検出方法。

【請求項13】 前記補完関数は、フーリエ級数展開された関数であり、前記評価結果に基づいて前記フーリエ級数展開の最高次数が最適化されることを特徴とする請求項12に記載の位置検出方法。

【請求項14】 前記各区画領域についての前記位置情報の非線形成分は、前記第n枚目より前の少なくとも1枚の基板上の複数のマークを検出して得られる実測位置情報に重み付けをし、該重み付け後の情報を用いて統計演算を行って算出した前記各区画領域の位置情報と、前記基板上の複数のマークを検出して得られる実測位置情報を用いて統計演算を行って算出した前記各区画領域の位置情報との差に基づいて求められることを特徴とする請求項11に記載の位置検出方法。

【請求項15】 基板上の複数の区画領域でそれぞれ所定点との位置合わせに用いられる位置情報を検出する位置検出方法において、

複数枚の基板でそれぞれ前記各区画領域の位置情報を検出するために、前記複数枚の基板のうち第2枚目以降の第n枚目の基板については、前記第n枚目より前の少なくとも1枚の基板についての前記各区画領域の前記所定点との位置偏差に対応する実測位置情報を所定の評価関数を用いて評価した評価結果から得られる前記基板の非線形歪みの規則性や程度を示す指標に基づいて前記複数の区画領域を、予めブロック化し、

前記ブロック毎に各ブロックに属する全ての区画領域の数である第1の数よりも小さい第2の数の区画領域についての前記所定点との位置偏差に対応する実測位置情報を用いて対応するブロックに属する全ての区画領域の前記位置情報を決

定することを特徴とする位置検出方法。

【請求項16】 基板上の複数の区画領域でそれぞれ所定点との位置合わせに用いられる位置情報を検出する位置検出方法において、

前記基板上の複数のマークを検出して得られる実測位置情報を重み付けをし、該重み付け後の情報を用いて統計演算により前記位置情報を算出するとともに、前記基板上の着目する区画領域の所定の基準位置との位置ずれ量を示す第1ベクトルと、その周囲の複数の区画領域それぞれの前記基準位置との位置ずれ量を示す各第2ベクトルとの間の少なくとも方向についての相関を求める関数を用いて、前記重み付けのための重みパラメータを決定することを特徴とする位置検出方法。

【請求項17】 基板上の複数の区画領域を順次露光して各区画領域に所定のパターンを形成する露光方法において、

複数枚の基板を露光処理するに当たり、前記複数枚の基板の内の第2枚目以降の第n枚目の基板については、請求項5～16のいずれか一項に記載の位置検出方法を用いて、各区画領域の位置情報を検出し、該検出結果に基づいて前記各区画領域を露光基準位置に順次移動した後、当該各区画領域を露光することを特徴とする露光方法。

【請求項18】 リソグラフィ工程を含むデバイス製造方法であって、

前記リソグラフィ工程では、請求項17に記載の露光方法を用いて露光を行うことを特徴とするデバイス製造方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

##### 【発明の属する技術分野】

本発明は、評価方法、位置検出方法、露光方法及びデバイス製造方法に係り、更に詳しくは、基板の非線形歪みの規則性や程度を評価する評価方法、該評価方法を利用して基板上に配列された複数の区画領域の位置を検出する位置検出方法、該位置検出方法を用いる露光方法、及び該露光方法を用いるデバイス製造方法に関する。

##### 【0002】

## 【従来の技術】

近年、半導体素子等のデバイスの製造工程では、ステップ・アンド・リピート方式、又はステップ・アンド・スキャン方式等の露光装置、ウエハプローバ、あるいはレーザリペア装置等が用いられる。これらの装置では、基板上に規則的（マトリックス状）に配列された複数のチップパターン領域（ショット領域）の各々を、基板の移動位置を規定する静止座標系（すなわちレーザ干渉計によって規定される直交座標系）内の所定の基準点（例えば、各種装置の加工処理点）に対して極めて精密に位置合わせ（アライメント）する必要がある。

## 【0003】

特に、露光装置では、マスク又はレチクル（以下、「レチクル」と総称する）に形成されたパターンの投影位置に対して基板（半導体ウエハやガラスプレート等）を位置合わせ（アライメント）するに際して、製造段階のチップでの不良品の発生による歩留りの低下を防止するため、その位置合わせ精度を常に高精度かつ安定に維持しておくことが望まれている。

## 【0004】

通常、露光工程では、ウエハ上に10層以上の回路パターン（レチクルパターン）を重ね合わせて転写するが、各層間での重ね合わせ精度が悪いと、回路上の特性に不都合が生じことがある。このような場合、チップが所期の特性を満足せず、最悪の場合にはそのチップが不良品となり、歩留りを低下させてしまう。そこで、露光工程では、ウエハ上の複数のショット領域の各々に予めアライメントマークを付設しておき、ステージ座標系上におけるそのマーク位置（座標値）を検出する。しかる後、このマーク位置情報と既知のレチクルパターンの位置情報（これは事前測定される）とに基づいてウエハ上の1つのショット領域をレチクルパターンに対して位置合わせ（位置決め）するウエハアライメントが行われる。

## 【0005】

ウエハアライメントには大別して2つの方式があり、1つはウエハ上のショット領域毎にそのアライメントマークを検出して位置合わせを行うダイ・バイ・ダイ（D/D）アライメント方式である。もう1つは、ウエハ上のいくつかのショ

ット領域のみのアライメントマークを検出してショット配列の規則性を求めることで、各ショット領域を位置合わせするグローバル・アライメント方式である。現在のところ、デバイス製造ラインではスループットとの兼ね合いから、主にグローバル・アライメント方式が使用されている。特に現在では、例えば特開昭61-44429号公報、特開昭62-84516号公報などに開示されるように、ウエハ上のショット配列の規則性を統計的手法によって精密に特定するエンハンスト・グローバル・アライメント(EGA)方式が主流となっている。

## 【0006】

EGA方式とは、1枚のウエハにおいて予め特定ショット領域として選択された複数個(3個以上必要であり、通常7~15個程度)のショット領域のみの位置座標を計測し、これらの計測値から統計演算処理(最小二乗法等)を用いてウエハ上の全てのショット領域の位置座標(ショット配列)を算出した後、この算出したショット配列に従ってウエハステージをステッピングさせていくものである。このEGA方式は計測時間が短くて済み、ランダムな計測誤差に対して平均化効果が期待できるという長所がある。

## 【0007】

ここで、EGA方式で行われている統計処理方法について簡単に説明する。ウエハ上のm(m≥3なる整数)個の特定ショット領域(サンプルショット)の設計上の配列座標を(X<sub>n</sub>、Y<sub>n</sub>)(n=1、2、……、m)とし、設計上の配列座標からのずれ(ΔX<sub>n</sub>、ΔY<sub>n</sub>)について次式(1)で示されるような線形モデルを仮定する。

## 【0008】

## 【数1】

$$\begin{pmatrix} \Delta X_n \\ \Delta Y_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_n \\ Y_n \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} e \\ f \end{pmatrix} \quad \dots (1)$$

## 【0009】

さらに、m個のサンプルショットの各々の実際の配列座標の設計上の配列座標

からのずれ（計測値）を  $(\Delta x_n, \Delta y_n)$  としたとき、このモデルを当てはめたときの残差の二乗和Eは次式（2）で表される。

【0010】

【数2】

$$E = \sum \{ (\Delta x_n - \Delta X_n)^2 + (\Delta y_n - \Delta Y_n)^2 \} \dots (2)$$

【0011】

そこで、この式を最小にするようなパラメータa、b、c、d、e、fを求めれば良い。EGA方式では、上記の如くして算出されたパラメータa～fと設計上の配列座標とに基づいて、ウエハ上の全てのショット領域の配列座標が算出されることになる。以上のように、EGA方式ではウエハ上のショット配列誤差が線形であるものとして扱っている、換言すればEGA演算は線形な1次近似である。従って、EGA方式を用いて補正できる成分は、ウエハの伸縮、回転等の線形成分のみである。

【0012】

しかし、露光装置間の重ね合せ、又は同一露光装置においても表面処理などのプロセス工程を経た各層間における重ね合せでは、ウエハの歪みに非線形的な成分が生じることがある。その原因としては、前者の場合、露光装置間におけるウエハの移動位置を規定するステージ座標系相互間の誤差などがあり、後者の場合、プロセス工程がショット配列に歪みを与えることなどがある。

【0013】

このようにして生じたウエハ上の局所的な配列誤差変動、すなわち非線形な歪み成分には、EGA方式により対応することは困難である。

【0014】

現状では、このような状況に対し、例えば特開平5-304077号公報などに詳細に開示されるいわゆる重み付けEGA方式のウエハアライメントにより対応することがなされている。ここで、この重み付けEGA方式について簡単に説

明する。

【0015】

すなわち、この重み付けEGA方式では、ウエハ上の複数のショット領域（区画領域）のうち、予め選択された少なくとも3つのサンプルショットの静止座標系上における位置座標を計測する。次いで、ウエハ上のショット領域毎に、当該ショット領域（その中心点）とサンプルショット（その中心点）の各々との間の距離に応じて、あるいはショット領域とウエハ上で予め規定された所定の着目点との間の距離（第1情報）と、当該着目点とサンプルショットの各々との間の距離（第2情報）とに応じて、サンプルショットの静止座標系上における位置座標の各々に重み付けを行い、かつこの重み付けされた複数の位置座標を用いて統計演算（最小二乗法、又は単純なる平均化処理等）を行うことにより、ウエハ上の複数のショット領域の各々の静止座標系上における位置座標を決定する。そして、決定された位置座標に基づいて、ウエハ上に配列された複数のショット領域の各々を、静止座標系内の所定の基準位置（例えば、レチクルパターンの転写位置）に対して位置合わせする。

【0016】

このような重み付けEGA方式によると、局所的な配列誤差（非線形な歪み）が存在するウエハであっても、サンプルショット数が比較的少なくて済み、かつ計算量を抑えながら、所定の基準位置に対して全てのショット領域を高精度、高速にアライメントすることが可能である。

【0017】

ところで、重み付けEGA方式では、上記公報にも開示されるように、例えば次の式（4）で表されるような重みづけ $W_{in}$ を用いて、式（3）で示されるような残差の二乗和 $E_i$ が最小となるようなパラメータa、b、c、d、e、fをショット領域毎に求める。

【0018】

## 【数3】

$$Ei = \sum_{n=1}^m W_{in} \{ (\Delta x_n - \Delta X_n)^2 + (\Delta y_n - \Delta Y_n)^2 \} \dots (3)$$

$$W_{in} = \frac{1}{\sqrt{2\pi S}} e^{-L_{kn}^2/2S} \dots (4)$$

## 【0019】

上式(4)において、 $L_{kn}$ は、対象となるショット領域(i番目のショット領域)とn番目のサンプルショットとの距離である。Sは、重み付けを決定するパラメータである。

## 【0020】

あるいは、重み付けEGA方式では、次の式(6)で表されるような重み付け $W_{in}'$ を用いて、式(5)で示されるような残差の二乗和 $E_i'$ が最小となるようなパラメータa、b、c、d、e、fをショット領域毎に求める。

## 【0021】

## 【数4】

$$Ei' = \sum_{n=1}^m W_{in}' \{ (\Delta x_n - \Delta X_n)^2 + (\Delta y_n - \Delta Y_n)^2 \} \dots (5)$$

$$W_{in}' = \frac{1}{\sqrt{2\pi S}} e^{-(L_{Ei} - L_{Wn})^2/2S} \dots (6)$$

## 【0022】

上式(6)において、 $L_{Ei}$ は、対象となるショット領域(i番目のショット領域)と着目点(ウェハセンタ)との距離、 $L_{Wn}$ は、n番目のサンプルショットと着目点(ウェハセンタ)との距離である。また、式(4)、(6)におけるパラメータSは、一例として次式(7)で表される。

## 【0023】

## 【数5】

$$S = \frac{B^2}{8 \cdot \log_e 10} \quad \dots (7)$$

## 【0024】

式(7)において、Bは、重みパラメータであり、この重みパラメータBの物理的意味は、ウエハ上の各ショット領域の位置座標を計算するのに有効なサンプルショットの範囲（以下、単に「ゾーン」と呼ぶ）である。従って、ゾーンが大きい場合は有効なサンプルショットの数が多くなるので、従来のEGA方式で得られる結果に近くなる。逆にゾーンが小さい場合は、有効なサンプルショットの数が少なくなるので、D/D方式で得られる結果に近くなる。

## 【0025】

## 【発明が解決しようとする課題】

現状の露光装置では、上述した重みパラメータは、5段階（最大ウエハと同じサイズ）に設定することが可能であるが、その設定は、オペレータの経験に基づき、若しくは実験（実際に重ね合せ露光をし）、又はシミュレーションにより、最適な領域を設定するという手法が採用されている。すなわち、重みパラメータ（ゾーン）の設定の根拠が明確となっていないため、経験則的に決定する他なかった。

## 【0026】

また、重み付けEGA方式では、多数枚のウエハを連続的に処理する場合、それらのウエハが同一のプロセスを経たウエハであっても、全てのウエハに対して少なくとも選択されたサンプルショットについてはアライメントマークの計測（アライメント計測）を行わなければならない。特に、アライメントの計測精度をD/D方式と同程度に向上させるためには、全点に近いEGA計測点について計測を行う必要があるが、このような場合にはスループットが低下してしまう。

## 【0027】

さらに、従来、重み付けEGA方式等では、EGA計測点の数も、経験則によ

り決定していた。

【0028】

本発明は、かかる事情の下になされたもので、その第1の目的は、基板の非線形な歪みを経験則によらず、適切に評価することができる評価方法を提供することにある。

【0029】

本発明の第2の目的は、経験則によらず、基板上の複数の区画領域でそれぞれ所定点との位置合わせに用いられる位置情報を精度良くかつ高スループットで検出することができる位置検出方法を提供することにある。

【0030】

本発明の第3の目的は、複数枚の基板を露光処理するに当たり、露光精度とスループットとをともに向上させることができる露光方法を提供することにある。

【0031】

本発明の第4の目的は、マイクロデバイスの生産性を向上させることができるデバイス製造方法を提供することにある。

【0032】

【課題を解決するための手段】

請求項1に記載の発明は、基板の非線形歪みの規則性や程度を評価する評価方法であって、基板上の複数の区画領域の各々について、各区画領域に対応して設けられるマークを検出して所定の基準位置との位置ずれ量を求める工程と；前記基板上の着目する区画領域の前記位置ずれ量を示す第1ベクトルと、その周囲の複数の区画領域それぞれの前記位置ずれ量を示す各第2ベクトルとの間の少なくとも方向についての相関を求める評価関数を用いて、前記基板の非線形歪みの規則性や程度を評価する工程と；を含む。

【0033】

これによれば、基板上の複数の区画領域の各々について、各区画領域に対応して設けられるマークを検出して所定の基準位置との位置ずれ量を求める。そして、基板上の着目する区画領域の前記位置ずれ量を示す第1ベクトルと、その周囲の複数の区画領域それぞれの前記位置ずれ量を示す各第2ベクトルとの間の少な

くとも方向についての相関を求める評価関数を用いて、基板の非線形歪みの規則性や程度を評価する。この評価関数により求められた相関が高い（1に近い）程、その着目する区画領域とその周囲の区画領域とには、ほぼ同じ方向の非線形歪みが生じ、相関が低い（0に近い）程、その着目する区画領域とその周囲の区画領域とには、ランダムな方向の非線形歪みが生じている。また、複数の区画領域の中に、計測誤差が他の区画領域に比べて大きいいわゆる「飛び領域」が含まれている場合を考えると、その区画領域は周囲の区画領域との相関が殆ど零であるから、結果的に上記の評価関数を用いることにより、そのような飛び領域の影響を効果的に低減することができる。

#### 【0034】

従って、基板の非線形な歪みを経験則によらず、適切に評価することが可能となる。また、この評価結果に基づいて、例えば、EGAあるいは重みづけEGAにおける計測点（位置情報の計測に用いるマークの数及び配置の少なくとも一方）を、経験則によらず適切に決定することができる。なお、位置情報の計測に用いるマークは、通常、予め選択された基板上の特定の複数のショット領域（サンプルショット）に対応して設けられる。

#### 【0035】

この場合において、請求項2に記載の発明の如く、前記評価関数は、前記第1ベクトルと前記各第2ベクトルとの間の方向及び大きさについての相関を求めるための関数であることとしても良い。

#### 【0036】

上記請求項1及び2に記載の各発明において、請求項3に記載の発明の如く、前記評価関数を用いて、前記各区画領域を所定点に位置合わせするのに用いる位置情報の補正值を決定する工程を更に含むこととすることができる。

#### 【0037】

上記請求項1～3に記載の各発明において、請求項4に記載の発明の如く、前記評価関数は、前記基板上の着目する区画領域を前記基板上のN個（Nは自然数）の区画領域のそれぞれに順次変更して得られる前記第1ベクトルとその周囲の複数のショット領域の各第2ベクトルとの少なくとも方向に関する相関を求める

ためのN個の第1関数の相加平均に相当する第2関数であることとすることができる。かかる評価関数によれば、N個の区画領域を含む基板上の領域について、経験則に頼ることなく、非線形歪みの規則性や程度を評価することができる。特に、N個の区画領域が基板上の全区画領域に相当する場合には、基板の全体について経験則に頼ることなく、非線形歪みの規則性や程度を評価することができる。

## 【0038】

請求項5に記載の発明は、基板上の複数の区画領域でそれぞれ所定点との位置合わせに用いられる位置情報を検出する位置検出方法において、前記基板上の複数のマークを検出して得られる実測位置情報を用いて統計演算により前記位置情報を算出するとともに、前記基板上の着目する区画領域の所定の基準位置との位置ずれ量を示す第1ベクトルと、その周囲の複数の区画領域それぞれの前記基準位置との位置ずれ量を示す各第2ベクトルとの間の少なくとも方向についての相関を求める関数を用いて、前記位置情報の補正值及び該補正值を決定する補正パラメータの少なくとも一方を決定することを特徴とする。

## 【0039】

これによれば、基板上の複数のマークを検出して得られる実測位置情報を用いて統計演算により基板上の複数の区画領域でそれぞれ所定点との位置合わせに用いられる位置情報を算出する。そして、上記の実測位置情報に基づいて得られる基板上の着目する区画領域の所定の基準位置との位置ずれ量を示す第1ベクトルと、その周囲の複数の区画領域それぞれの基準位置との位置ずれ量を示す各第2ベクトルとの間の少なくとも方向についての相関を求める関数を用いて、前記位置情報の補正值及び該補正值を決定するパラメータの少なくとも一方を決定する。すなわち、上記関数を用いれば、請求項1で説明したように、経験則によらず、基板の非線形歪みを評価することができ、結果的にその関数を用いて、基板の非線形歪みの程度及び大きさを考慮した前記位置情報の補正值及び該補正值を決定するパラメータの少なくとも一方を、経験則によらず、決定することができる。従って、経験則によらず、基板上の複数の区画領域でそれぞれ所定点との位置合わせに用いられる位置情報を精度良く検出することができ、しかも実測位置情

報を得るための複数のマークの検出は、基板上の一部のマークについて行えば足りるので、高スループットな検出が可能である。

【0040】

この場合において、請求項6に記載の発明の如く、前記統計演算によって前記各区画領域の位置誤差の線形成分が補正されて前記位置情報が算出され、前記関数によって前記位置誤差の非線形成分が補正されるように前記補正值が決定されることとすることができる。

【0041】

上記請求項5及び6に記載の各発明に係る位置検出方法において、請求項7に記載の発明の如く、前記実測位置情報は、前記区画領域の設計位置情報に基づく前記所定点との位置偏差に対応し、前記複数の区画領域のうち少なくとも3つの特定区画領域でそれぞれ得られる前記実測位置情報を用いて統計演算を行い、前記位置情報を導出する変換式のパラメータを算出することとすることができる。

【0042】

この場合において、請求項8に記載の発明の如く、前記特定区画領域毎に前記実測位置情報に重みを与えて前記パラメータを算出するとともに、前記関数を用いて前記重みを決定することとしても良い。かかる場合には、重みを経験則によらず、適切に決定することができる。

【0043】

上記請求項5及び6に記載の各発明に係る位置検出方法において、請求項9に記載の発明の如く、前記実測位置情報は、前記基板の移動位置を規定する静止座標系上における前記マークの座標値であり、前記位置情報は、前記各区画領域の前記静止座標系上における座標値であることとすることができる。

【0044】

上記請求項5～9に記載の各発明に係る位置検出方法において、請求項10に記載の発明の如く、前記位置情報の補正值は、前記関数を用いて最適化された補完関数に基づいて決定することとしても良い。

【0045】

請求項11に記載の発明は、基板上の複数の区画領域でそれぞれ所定点との位

置合わせに用いられる位置情報を検出する位置検出方法において、複数枚の基板でそれぞれ前記区画領域の位置情報を検出するために、前記複数枚の基板のうち第2枚目以降の第n枚目の基板については、該第n枚目の基板上の複数のマークを検出して得られる、少なくとも3つの特定区画領域でのその設計位置情報に基づく前記所定点との位置偏差に対応する実測位置情報を用いて統計演算により算出した前記各区画領域の位置情報の線形成分と、前記第n枚目より前の少なくとも1枚の基板での前記各区画領域の位置情報の非線形成分とを用いることを特徴とする。

#### 【0046】

ここで、「位置情報」とは、各区画領域の設計値からの位置ずれ量や、所定の基準位置に対する各区画領域の相対位置（例えば、露光装置の場合のマスクに対する基板上の区画領域の位置）や、区画領域相互の中心間距離など、各区画領域の位置に関する情報であって統計処理に適切な情報の全てを含む。

#### 【0047】

これによれば、複数枚、例えば、1ロットの基板でそれぞれ区画領域の位置情報を検出するに当たり、ロット内の第2枚目以降の第n枚目の基板については、該第n枚目の基板上の複数のマークを検出して得られる、少なくとも3つの特定区画領域でのその設計位置情報に基づく前記所定点との位置偏差に対応する実測位置情報を用いて統計演算により算出した前記各区画領域の位置情報の線形成分と、前記第n枚目より前の少なくとも1枚の基板での前記各区画領域の位置情報の非線形成分とを用いる。このため、第n枚目の基板については、基板上の予め選択された最低3つの特定区画領域の位置情報を求めるための複数マークの検出を行うだけで、複数の区画領域それぞれの位置情報を正確に、かつ高スループットで検出することが可能になる。特に第n枚目以降の全ての基板について、第n枚目と同様にして、複数の区画領域各々の位置情報を求める場合、最もスループットを向上することができる。

#### 【0048】

この場合において、請求項12に記載の発明の如く、前記複数の区画領域の各々についての位置情報の非線形成分は、前記第n枚目より前の少なくとも1枚の

基板についての前記各区画領域の位置情報の計測結果を所定の評価関数を用いて評価した評価結果から得られる前記基板の非線形歪みの規則性や程度を示す指標に基づいて最適化された单一の補完関数と、前記第n枚目より前の少なくとも1枚の基板について求められた前記各区画領域の位置情報の非線形成分に基づいて求められることとすることができる。この場合、前述した請求項1、2及び4に記載の評価関数を用いることができる。

#### 【0049】

この場合において、請求項13に記載の発明の如く、前記補完関数は、フーリエ級数展開された関数である場合、前記評価結果に基づいて前記フーリエ級数展開の最高次数が最適化されることとすることができる。

#### 【0050】

上記請求項11に記載の発明において、請求項14に記載の発明の如く、前記各区画領域についての前記位置情報の非線形成分は、前記第n枚目より前の少なくとも1枚の基板上の複数のマークを検出して得られる実測位置情報に重み付けをし、該重み付け後の情報を用いて統計演算を行って算出した前記各区画領域の位置情報と、前記基板上の複数のマークを検出して得られる実測位置情報を用いて統計演算を行って算出した前記各区画領域の位置情報との差に基づいて求められることとすることができる。

#### 【0051】

請求項15に記載の発明は、基板上の複数の区画領域でそれぞれ所定点との位置合わせに用いられる位置情報を検出する位置検出方法において、複数枚の基板でそれぞれ前記各区画領域の位置情報を検出するために、前記複数枚の基板のうち第2枚目以降の第n枚目の基板については、前記第n枚目より前の少なくとも1枚の基板についての前記各区画領域の前記所定点との位置偏差に対応する実測位置情報を所定の評価関数を用いて評価した評価結果から得られる前記基板の非線形歪みの規則性や程度を示す指標に基づいて前記複数の区画領域を、予めブロック化し、前記ブロック毎に各ブロックに属する全ての区画領域の数である第1の数よりも小さい第2の数の区画領域についての前記所定点との位置偏差に対応する実測位置情報を用いて対応するブロックに属する全ての区画領域の前記位置

情報を決定することを特徴とする。

### 【0052】

これによれば、複数枚、例えば1ロットの基板でそれぞれ各区画領域の位置情報を検出するに際し、ロット内の第2枚目以降のn枚目の基板については、前記第n枚目より前の少なくとも1枚の基板についての各区画領域の前記所定点との位置偏差に対応する実測位置情報を所定の評価関数を用いて評価した評価結果から得られる基板の非線形歪みの規則性や程度を示す指標に基づいて複数の区画領域を、予めブロック化し、ブロック毎に各ブロックに属する全ての区画領域の数である第1の数よりも小さい第2の数の区画領域についての前記所定点との位置偏差に対応する実測位置情報を用いて対応するブロックに属する全ての区画領域の前記位置情報を決定する。すなわち、第n枚目の基板については、評価結果を用いることにより、基板の非線形歪みの規則性や程度に応じて適切なブロック分けを行い、その各ブロックに属する第1の数の区画領域を1つの大きな区画領域と見做して、区画領域毎に前述したダイバイダイ方式と同様の手法によりそのブロック内の1又は複数の区画領域の位置情報（線形成分及び非線形成分を含む）を検出し、その検出位置情報が1つの場合はその位置情報を、その検出位置情報が複数の場合はそれらの平均値を、対応するブロックに属する全ての区画領域の位置情報とする。従って、従来のダイバイダイ方式に比べて、区画領域の位置情報の検出精度を維持しつつ、検出（実測）に要する時間を短縮することができる。特に、第n枚目以降の全ての基板について、上記の手法を採用する場合には、最もスループットを向上させることができる。

### 【0053】

請求項16に記載の発明は、基板上の複数の区画領域でそれぞれ所定点との位置合わせに用いられる位置情報を検出する位置検出方法において、前記基板上の複数のマークを検出して得られる実測位置情報に重み付けをし、該重み付け後の情報を用いて統計演算により前記位置情報を算出するとともに、前記基板上の着目する区画領域の所定の基準位置との位置ずれ量を示す第1ベクトルと、その周囲の複数の区画領域それぞれの前記基準位置との位置ずれ量を示す各第2ベクトルとの間の少なくとも方向についての相関を求める関数を用いて、前記重み付け

のための重みパラメータを決定することを特徴とする。

【0054】

これによれば、上記関数を用いることにより、請求項1で説明したように、経験則によらず、基板の非線形歪みを評価することができ、結果的にその関数を用いて、基板の非線形歪みの程度及び大きさを考慮した重み付けのための重みパラメータを、経験則によらず、決定することができる。従って、経験則によらず、基板上の複数の区画領域でそれぞれ所定点との位置合わせに用いられる位置情報を精度良く検出することができ、しかも実測位置情報を得るための複数マークの検出は、基板上の複数区画領域の一部の区画領域に対応するマークについて行えば足りるので、高スループットな検出が可能である。

【0055】

請求項17に記載の発明は、基板上の複数の区画領域を順次露光して各区画領域に所定のパターンを形成する露光方法において、複数枚の基板を露光処理するに当たり、前記複数枚の基板の内の第2枚目以降の第n枚目の基板については、請求項5～16のいずれか一項に記載の位置検出方法を用いて、各区画領域の位置情報を検出し、該検出結果に基づいて前記各区画領域を露光基準位置に順次移動した後、当該各区画領域を露光することを特徴とする。

【0056】

これによれば、複数枚、例えば1ロットの基板を露光処理するに当たり、ロット内の第2枚目以降の第n枚目の基板については、請求項5～16のいずれか一項に記載の位置検出方法を用いて、前記複数の区画領域それぞれの位置情報を検出するので、基板上の複数の区画領域の位置情報を精度良く、かつ高スループットで検出することができる。また、この精度良く検出された位置情報を用いて各区画領域を露光基準位置に順次移動した後、露光を行うので、重ね合せ精度の良好な露光が可能になる。特に、第n枚目以降の全ての基板に対して上記の位置検出方法を適用する場合、最もスループットを向上させることができる。

【0057】

請求項18に記載の発明は、リソグラフィ工程を含むデバイス製造方法であって、前記リソグラフィ工程では、請求項17に記載の露光方法を用いて露光を行

うことを特徴とする。

【0058】

これによれば、リソグラフィ工程で、請求項17に記載の発明に係る露光方法が用いられるので、重ね合わせ精度を高精度に維持し、かつ高いスループットで露光が行われる。この結果、より微細な回路パターンを重ね合わせ精度良く基板上に形成することが可能になり、スループットの向上とあいまって高集積度のマイクロデバイスの生産性(歩留まりを含む)を向上させることができる。

【0059】

【発明の実施の形態】

《第1の実施形態》

以下、本発明の第1の実施形態を、図1～図4に基づいて説明する。

【0060】

図1には、本発明の一実施形態に係る露光方法を実施するための露光装置100の概略構成が示されている。この露光装置100は、ステップ・アンド・スキャナ方式の投影露光装置である。この露光装置100は、照明系10、マスクとしてのレチクルRを保持するレチクルステージRST、投影光学系PL、基板としてのウエハWが搭載されるウエハステージWST、及び装置全体を統括制御する主制御系20等を備えている。

【0061】

前記照明系10は、例えば特開平10-112433号公報などに開示されるように、光源、フライアイレンズ又はロッドインテグレータ(内面反射型インテグレータ)等からなる照度均一化光学系、リレーレンズ、可変NDフィルタ、レチクルブラインド、及びダイクロイックミラー等(いずれも不図示)を含んで構成されている。この照明系10では、回路パターン等が描かれたレチクルR上のレチクルブラインドで規定されたスリット状の照明領域部分を照明光ILによりほぼ均一な照度で照明する。ここで、照明光ILとしては、KrFエキシマレーザ光(波長248nm)などの遠紫外光、ArFエキシマレーザ光(波長193nm)、あるいはF<sub>2</sub>レーザ光(波長157nm)などの真空紫外光などが用いられる。照明光ILとして、超高圧水銀ランプからの紫外域の輝線(g線、i線

等)を用いることも可能である。

#### 【0062】

前記レチクルステージRST上には、レチクルRが、例えば真空吸着により固定されている。レチクルステージRSTは、ここでは、磁気浮上型の2次元リニアアクチュエータから成る不図示のレチクルステージ駆動部によって、レチクルRの位置決めのため、照明系10の光軸(後述する投影光学系PLの光軸AXに一致)に垂直なXY平面内で微少駆動可能であるとともに、所定の走査方向(ここではY方向とする)に指定された走査速度で駆動可能となっている。さらに、本実施形態では、上記磁気浮上型の2次元リニアアクチュエータとして、X駆動用コイル、Y駆動用コイルの他にZ駆動用コイルを含むものを用いているため、レチクルステージRSTをZ方向にも微小駆動可能な構成となっている。

#### 【0063】

レチクルステージRSTのステージ移動面内の位置は、レチクルレーザ干渉計(以下、「レチクル干渉計」という)16によって、移動鏡15を介して、例えば0.5~1nm程度の分解能で常時検出される。レチクル干渉計16からのレチクルステージRSTの位置情報はステージ制御系19及びこれを介して主制御系20に供給される。ステージ制御系19では、主制御系20からの指示に応じ、レチクルステージRSTの位置情報に基づいてレチクルステージ駆動部(図示省略)を介してレチクルステージRSTを駆動制御する。

#### 【0064】

レチクルRの上方には、一対のレチクルアライメント系22(但し、紙面奥側のレチクルアライメント系は不図示)が、配置されている。この一対のレチクルアライメント系22は、ここでは図示が省略されているが、照明光ILと同じ波長の照明光にて検出対象のマークを照明するための落射照明系と、その検出対象のマークの像を撮像するためのアライメント顕微鏡とをそれぞれ含んで構成されている。アライメント顕微鏡は結像光学系と撮像素子とを含んでおり、アライメント顕微鏡による撮像結果は主制御系20に供給されている。この場合、レチクルRからの検出光をレチクルアライメント系22に導くための不図示の偏向ミラーが移動自在に配置されており、露光シーケンスが開始されると、主制御系20

からの指令により、不図示の駆動装置により偏向ミラーはそれぞれレチクルアライメント系22と一体的に照明光ILの光路外に退避される。

【0065】

前記投影光学系PLは、レチクルステージRSTの図1における下方に配置され、その光軸AXの方向がZ軸方向とされている。投影光学系PLとしては、例えば両側テレセントリックで所定の縮小倍率（例えば1/5、又は1/4）を有する屈折光学系が使用されている。このため、照明光学系からの照明光ILによってレチクルRの照明領域が照明されると、このレチクルRを通過した照明光ILにより、投影光学系PLを介してその照明領域内のレチクルRの回路パターンの縮小像（部分倒立像）が表面にレジスト（感光剤）が塗布されたウエハW上に形成される。

【0066】

前記ウエハステージWSTは、投影光学系PLの図1における下方で、不図示のベース上に配置され、このウエハステージWST上には、ウエハホルダ25が載置されている。このウエハホルダ25上にウエハWが例えば真空吸着等によって固定されている。ウエハホルダ25は不図示の駆動部により、投影光学系PLの光軸直交面に対し、任意方向に傾斜可能で、かつ投影光学系PLの光軸AX方向（Z方向）にも微動可能に構成されている。また、このウエハホルダ25は光軸AX回りの微小回転動作も可能になっている。

【0067】

ウエハステージWSTは、走査方向（Y方向）の移動のみならず、ウエハW上の複数のショット領域を前記照明領域と共に露光領域に位置させることができるように、走査方向に直交する非走査方向（X方向）にも移動可能に構成されており、ウエハW上の各ショット領域を走査（スキャン）露光する動作と、次のショットの露光開始位置まで移動する動作とを繰り返すステップ・アンド・スキャン動作を行う。このウエハステージWSTはモータ等を含むウエハステージ駆動部24によりXY2次元方向に駆動される。

【0068】

ウエハステージWSTのXY平面内の位置は、その上面に設けられた移動鏡

17を介して、ウエハレーザ干渉計システム18によって、例えば0.5~1nm程度の分解能で常時検出されている。ここで、実際には、ウエハステージWST上には、走査方向(Y方向)に直交する反射面を有するY移動鏡と非走査方向(X方向)に直交する反射面を有するX移動鏡とが設けられ、これに対応してウエハレーザ干渉計18もY移動鏡に垂直に干渉計ビームを照射するY干渉計と、X移動鏡に垂直に干渉計ビームを照射するX干渉計とが設けられているが、図1ではこれらが代表的に移動鏡17、ウエハレーザ干渉計システム18として示されているものである。すなわち、本実施形態では、ウエハステージWSTの移動位置を規定する静止座標系(直交座標系)が、ウエハレーザ干渉計システム18のY干渉計及びX干渉計の測長軸によって規定されている。以下においては、この静止座標系を「ステージ座標系」とも呼ぶ。

#### 【0069】

ウエハステージWSTのステージ座標系上における位置情報(又は速度情報)はステージ制御系19、及びこれを介して主制御系20に供給される。ステージ制御系19では、主制御系20の指示に応じ、ウエハステージWSTの上記位置情報(又は速度情報)に基づき、ウエハステージ駆動部24を介してウエハステージWSTを制御する。

#### 【0070】

また、ウエハステージWST上のウエハWの近傍には、基準マーク板FMが固定されている。この基準マーク板FMの表面は、ウエハWの表面と同じ高さに設定され、この表面にはいわゆるベースライン計測用の基準マーク、及びレチクルアライメント用の基準マークその他の基準マークが形成されている。

#### 【0071】

投影光学系PLの側面には、オフアクシス方式のアライメント顕微鏡ASが設けられている。このアライメント顕微鏡ASとしては、ここでは、例えば特開平2-54103号公報に開示されているような(Field Image Alignment(FIA)系)のアライメントセンサが用いられている。このアライメント顕微鏡ASは、所定の波長幅を有する照明光(例えば白色光)をウエハに照射し、ウエハ上のアライメントマークの像と、対物レンズ等によってウエハと共に配置さ

れた指標板上の指標マークの像とを、撮像素子（CCDカメラ等）の受光面上に結像して検出するものである。アライメント顕微鏡ASはアライメントマーク（及び基準板FM上の基準マーク）の撮像結果を、主制御系20へ向けて出力する。

#### 【0072】

露光装置100には、さらに、投影光学系PLの最良結像面に向けて複数のスリット像を形成するための結像光束を光軸AX方向に対して斜め方向より供給する不図示の照射光学系と、その結像光束のウエハWの表面での各反射光束をそれぞれスリットを介して受光する不図示の受光光学系とから成る斜入射方式の多点フォーカス検出系が、投影光学系PLを支える支持部（図示省略）に固定されている。この多点フォーカス検出系としては、例えば特開平5-190423号公報に開示されるものと同様の構成のものが用いられ、ステージ制御系19はこの多点フォーカス検出系からのウエハ位置情報に基づいてウエハホルダ25をZ方向及び傾斜方向に駆動する。

#### 【0073】

主制御系20は、マイクロコンピュータ又はワークステーションを含んで構成され、装置の構成各部を統括して制御する。

#### 【0074】

次に、上述のようにして構成された本実施形態の露光装置100により、ウエハWに対して第2層目（セカンドレイヤ）以降の層の露光処理を行う際の動作について、主制御系20による制御アルゴリズムを示す図2のフローチャートに沿って、かつ適宜他の図面を参照しつつ説明する。

#### 【0075】

まず、不図示のレチクルローダにより、レチクルステージRST上にレチクルRがロードされ、主制御系20では、レチクルアライメント及びベースライン計測を行う。具体的には、主制御系20では、ウエハ駆動装置24を介してウエハステージWST上の基準板FMを投影光学系PLの直下に位置決めし、レチクルアライメント系22を用いてレチクルR上の一対のレチクルアライメントマークと基準板FM上の前記一対のレチクルアライメントマークにそれぞれ対応するレ

チクルアライメント用の一対の第1基準マークとの相対位置を検出した後、ウエハステージWSTを所定量、例えばベースライン量の設計値だけXY面内で移動して、アライメント顕微鏡ASを用いて基準板FM上のベースライン計測用の第2基準マークを検出する。このとき、主制御系20では、このとき得られるアライメント顕微鏡ASの検出中心と第2基準マークの相対位置関係及び先に計測したレチクルアライメントマークと基準板FM上の第1基準マークとの相対位置と、それぞれに対応するウエハ干渉計18の計測値とに基づいて、ベースライン量（レチクルパターンの投影位置とアライメント顕微鏡ASの検出中心（指標中心）との相対位置関係）を計測する。

#### 【0076】

このような一連の準備作業が終了した時点で、図2のフローチャートが開始する。この図2のフローチャートは、同一ロット内の複数枚、例えば25枚のウエハを処理する場合の主制御系20の制御アルゴリズムを示す。また、前提として、ロット内の全てのウエハは同一条件、同一工程で各種処理が施されているものとする。さらに、前提として、後述するロット内のウエハ番号（m）を示す不図示のカウンタのカウント値は「1」に初期設定されている（ $m \leftarrow 1$ ）ものとする。

#### 【0077】

まず、ステップ102において、不図示のウエハローダを用いて図1のウエハホルダ25上の露光処理済みのウエハ（便宜上「W’」と呼ぶ）と未露光のウエハWとを交換する。但し、ウエハホルダ25上にウエハW’のない場合は、未露光のウエハWをウエハホルダ25上に単にロードする。

#### 【0078】

次のステップ104では、そのウエハホルダ25上にロードされたウエハWのサーチアライメントを行う。具体的には、例えば、ウエハW中心に関してほぼ対称に周辺部に位置する少なくとも2つのサーチアライメントマーク（以下、「サーチマーク」と略述する）をアライメント顕微鏡ASを用いて検出する。これらの2つのサーチマークの検出は、それぞれのサーチマークがアライメント顕微鏡ASの検出視野内に位置するように、ウエハステージWSTを順次位置決めしつ

つ、かつアライメント顕微鏡ASの倍率を低倍率に設定して行われる。そして、アライメント顕微鏡ASの検出結果（アライメント顕微鏡ASの指標中心と各サーチマークとの相対位置関係）と各サーチマーク検出時のウエハ干渉計18の計測値に基づいて2つのサーチマークのステージ座標系上の位置座標を求める。しかる後、2つのマークの位置座標からウエハW残留回転誤差を算出し、この回転誤差がほぼ零となるようにウエハホルダ25を微小回転させる。これにより、ウエハWのサーチアライメントが終了する。

## 【0079】

次のステップ106では、前述したカウンタのカウント値mが、所定の値n以上であるか否かを判断することにより、ウエハホルダ25（ウエハステージWST）上のウエハWが、ロット内の第n枚目以降のウエハであるか否かを判断する。ここでは、所定の値nは2以上で25以下の任意の整数に予め設定される。以下においては、説明の便宜上から、n=2であるものとして説明を行う。この場合、ウエハWはロット先頭（第1枚目）のウエハであるから、初期設定によりm=1となっているので、ステップ106の判断は否定され、次のステップ108に進む。

## 【0080】

ステップ108では、ウエハW上の全てのショット領域のステージ座標系上における位置座標を計測する。具体的には、前述したサーチアライメント時における各サーチマークの位置座標の計測と同様にして、ウエハW上のウエハアライメントマーク（ウエハマーク）のステージ座標系上における位置座標、すなわち、ショット領域の位置座標を求める。但し、ウエハマークの検出は、アライメント顕微鏡ASの倍率を高倍率に設定して行う。

## 【0081】

次のステップ110では、上記ステップ108で計測したショット領域の位置座標とそれぞれの設計上の位置座標に基づいて特開昭61-44429号公報等に開示されるような最小自乗法を用いた統計演算（前述した式（2）のEGA演算）を行い、前述した式（1）の6つのパラメータa～f（ウエハW上の各ショット領域の配列に関するローテーションθ、X、Y方向のスケーリングSx、

$S_y$ 、直交度 $Ort$ 、 $X$ 、 $Y$ 方向のオフセット $O_x$ 、 $O_y$ の6つのパラメータに対応)を算出するとともに、この算出結果とショット領域の設計上の位置座標とに基づいて、全ショット領域の位置座標(配列座標)を算出し、その算出結果、すなわちウエハW上の全ショット領域の位置座標を内部メモリの所定領域に記憶する。

#### 【0082】

次のステップ112では、ウエハW上の全てのショット領域について、位置ずれ量の線形成分と非線形成分とを分離する。具体的には、上記ステップ110で算出した各ショット領域の位置座標とそれぞれの設計上の位置座標との差を位置ずれ量の線形成分として算出するとともに、前述したステップ108で実際に計測した全てのショット領域の位置座標とそれぞれの設計上の位置座標との差から前記線形成分を差し引いた残差を非線形成分として算出する。

#### 【0083】

次のステップ114では、上記ステップ112の処理中に算出した全てのショット領域の位置座標(実測値)とそれぞれの設計上の位置座標との差である位置ずれ量と、所定の評価関数とに基づいて、ウエハWの非線形歪みを評価し、この評価結果に基づいて補完関数(位置ずれ量(配列ずれ)の非線形成分を表現する関数)を決定する。

#### 【0084】

以下、このステップ114の処理について、図3及び図4を参照して詳述する。

#### 【0085】

上記のウエハWの非線形歪み、すなわち非線形成分の規則性及びその度合いを評価するための評価関数としては、例えば次式(8)で示される評価関数 $W_1(s)$ が用いられる。

#### 【0086】

## 【数6】

$$W_1(s) = \frac{\sum_{k=1}^N \left( \sum_{i \in s} \frac{\vec{r}_i \cdot \vec{r}_k}{|\vec{r}_i| |\vec{r}_k|} \right)}{N} \dots (8)$$

## 【0087】

図3には、上式(8)の評価関数の意味内容を説明するためのウエハWの平面図が示されている。図3において、ウエハW上には複数の区画領域としてのショット領域SA(総ショット数N)がマトリクス状配置で形成されている。各ショット領域内に矢印で示されるベクトル $r_k$ ( $k = 1, 2, \dots, i, \dots, N$ )は、各ショット領域の位置ずれ量(配列ずれ)を示すベクトルである。

## 【0088】

上式(8)において、NはウエハW内のショット領域の総数を示し、kはそれぞれのショット領域のショット番号を示す。また、sは、図3に示される着目するショット領域 $SA_k$ の中心を中心とする円の半径を示し、iは、着目するk番目のショット領域から半径sの円内に存在するショット領域のショット番号を示す。また、式(8)中の $i \in s$ が付されたΣは、着目するk番目のショット領域 $SA_k$ から半径sの円内に存在する全てのショット領域についての総和をとることを意味する。

## 【0089】

いま、上記式(8)の右辺のかっこ内部分の関数を次式(9)のように定義する。

## 【0090】

## 【数7】

$$f_k(s) = \frac{\sum_{i \in s} \frac{\vec{r}_i \cdot \vec{r}_k}{|\vec{r}_i| |\vec{r}_k|}}{\sum 1} \dots (9)$$

## 【0091】

上式(9)の関数  $f_k(s)$  の意味するところは、着目するショット領域の位置ずれベクトル  $\vec{r}_k$  (第1ベクトル) と、その周囲 (半径  $s$  の円内) のショット領域における位置ずれベクトル  $\vec{r}_i$  が成す角度  $\cos \theta_{ik}$  の平均値である。従って、この関数  $f_k(s)$  の値が 1 ならば、半径  $s$  の円内の全てのショット領域における位置ずれベクトルは、全て同じ方向を向いていることになる。0 ならば、半径  $s$  の円内の全てのショット領域における位置ずれベクトルはお互いに全くランダムな方向を向いているということになる。すなわち、関数  $f_k(s)$  は、着目するショット領域の位置ずれベクトル  $\vec{r}_k$  とその周囲の複数のショット領域の各位置ずれベクトル  $\vec{r}_i$  との方向に関する相関を求めるための関数であり、これはウエハW上の部分領域について非線形歪みの規則性や程度を評価するための評価関数である。

## 【0092】

従って、式(8)の評価関数  $W_1(s)$  は、着目するショット領域  $SA_k$  をショット領域  $SA_1$  から  $SA_N$  に順次変更した際の関数  $f_k(s)$  の加算平均に他ならない。

## 【0093】

図4には、図3に示されるウエハWに対応する具体的な評価関数  $W_1(s)$  の一例が示されている。この図4から明らかなように、評価関数  $W_1(s)$  によると、 $s$  の値に応じて  $W_1(s)$  の値が変化するので、経験則に頼ることなく、ウエハWの非線形歪みの規則性や程度を評価することができ、この評価結果を用いることにより、次のようにして、位置ずれ量 (配列ずれ) の非線形成分を表現する補完関数を決定することができる。

## 【0094】

まず、補完関数として、例えば次式(10)、(11)でそれぞれ示されるようなフーリエ級数展開された関数を定義する。

【0095】

【数8】

$$\delta_x(x, y) = \sum_{p=0}^P \sum_{q=0}^Q \left( A_{pq} \cos \frac{2\pi p x}{D} \cdot \cos \frac{2\pi q y}{D} + B_{pq} \cos \frac{2\pi p x}{D} \cdot \sin \frac{2\pi q y}{D} \right. \\ \left. + C_{pq} \sin \frac{2\pi p x}{D} \cdot \cos \frac{2\pi q y}{D} + D_{pq} \sin \frac{2\pi p x}{D} \cdot \sin \frac{2\pi q y}{D} \right) \quad \dots (10)$$

$$A_{pq} = \frac{\sum_{x,y} \Delta_x(x, y) \cdot \cos \frac{2\pi p x}{D} \cdot \cos \frac{2\pi q y}{D}}{\sum_{x,y} \cos \frac{2\pi p x}{D} \cdot \cos \frac{2\pi q y}{D}}$$

$$B_{pq} = \frac{\sum_{x,y} \Delta_x(x, y) \cdot \cos \frac{2\pi p x}{D} \cdot \sin \frac{2\pi q y}{D}}{\sum_{x,y} \cos \frac{2\pi p x}{D} \cdot \sin \frac{2\pi q y}{D}}$$

$$C_{pq} = \frac{\sum_{x,y} \Delta_x(x, y) \cdot \sin \frac{2\pi p x}{D} \cdot \cos \frac{2\pi q y}{D}}{\sum_{x,y} \sin \frac{2\pi p x}{D} \cdot \cos \frac{2\pi q y}{D}}$$

$$D_{pq} = \frac{\sum_{x,y} \Delta_x(x, y) \cdot \sin \frac{2\pi p x}{D} \cdot \sin \frac{2\pi q y}{D}}{\sum_{x,y} \sin \frac{2\pi p x}{D} \cdot \sin \frac{2\pi q y}{D}}$$

【0096】

## 【数9】

$$\begin{aligned}
 \delta_y(x, y) &= \sum_{p=0}^P \sum_{q=0}^Q \left( A_{pq} \cdot \cos \frac{2\pi px}{D} \cdot \cos \frac{2\pi qy}{D} + B_{pq} \cdot \cos \frac{2\pi px}{D} \cdot \sin \frac{2\pi qy}{D} \right. \\
 &\quad \left. + C_{pq} \cdot \sin \frac{2\pi px}{D} \cdot \cos \frac{2\pi qy}{D} + D_{pq} \cdot \sin \frac{2\pi px}{D} \cdot \sin \frac{2\pi qy}{D} \right) \dots (11) \\
 A_{pq} &= \frac{\sum_{x,y} \Delta_y(x, y) \cdot \cos \frac{2\pi px}{D} \cdot \cos \frac{2\pi qy}{D}}{\sum_{x,y} \cos \frac{2\pi px}{D} \cdot \cos \frac{2\pi qy}{D}} \\
 B_{pq} &= \frac{\sum_{x,y} \Delta_y(x, y) \cdot \cos \frac{2\pi px}{D} \cdot \sin \frac{2\pi qy}{D}}{\sum_{x,y} \cos \frac{2\pi px}{D} \cdot \sin \frac{2\pi qy}{D}} \\
 C_{pq} &= \frac{\sum_{x,y} \Delta_y(x, y) \cdot \sin \frac{2\pi px}{D} \cdot \cos \frac{2\pi qy}{D}}{\sum_{x,y} \sin \frac{2\pi px}{D} \cdot \cos \frac{2\pi qy}{D}} \\
 D_{pq} &= \frac{\sum_{x,y} \Delta_y(x, y) \cdot \sin \frac{2\pi px}{D} \cdot \sin \frac{2\pi qy}{D}}{\sum_{x,y} \sin \frac{2\pi px}{D} \cdot \sin \frac{2\pi qy}{D}}
 \end{aligned}$$

## 【0097】

上式(10)において、 $A_{pq}$ 、 $B_{pq}$ 、 $C_{pq}$ 、 $D_{pq}$ は、フーリエ級数係数であり、また、 $\delta_x(x, y)$ は、座標(x, y)のショット領域の位置ずれ量(配列ずれ)の非線形成分のX成分(補完値、すなわち補正值)を示す。また、 $\Delta_x(x, y)$ は、前述したステップ112で算出された座標(x, y)のショット領域の位置ずれ量(配列ずれ)の非線形成分のX成分である。

## 【0098】

同様に、上式(11)において、 $A_{pq}'$ 、 $B_{pq}'$ 、 $C_{pq}'$ 、 $D_{pq}'$ は、フーリエ級数係数であり、また、 $\delta_y(x, y)$ は、座標(x, y)のショット領域の位置ずれ量(配列ずれ)の非線形成分のY成分(補完値、すなわち補正值)を示す。

す。また、 $\Delta_y(x, y)$  は、前述したステップ112で算出された座標 (x, y) のショット領域の位置ずれ量 (配列ずれ) の非線形成分の Y 成分である。また、式 (10)、(11) において、D はウエハWの直径を示す。

### 【0099】

上式 (10)、(11) の関数では、ショット領域の位置ずれ量 (配列ずれ) の変動がウエハの直径当たり何周期存在するかを決定するパラメータ p、q の最大値  $p_{\max} = P$ 、 $q_{\max} = Q$  の決定が重要である。

### 【0100】

その理由は、次の通りである。すなわち、今、ウエハWの全ショット領域について得られたショット領域の配列ずれの非線形成分を上式 (10)、(11) で展開することを考える。この場合において、ショット領域の位置ずれ量 (配列ずれ) の変動がショット領域毎に生じているものとして、パラメータ p、q の最大値  $p_{\max} = P$ 、 $q_{\max} = Q$  を 1 周期がショットピッチとなる場合に相当する最大値にした場合に、いずれかのショット領域が、アライメント誤差が他のショット領域に比べて大きい所謂「飛びショット」が含まれている場合を考える。このような飛びショットは、ウエハマークの崩れ等に起因する計測エラー、又はウエハ裏面の異物等に起因する局所的な非線形歪みにより発生するものである。このような場合、その飛びショットの計測結果までも含んで補完関数で表現してしまうことになる。これを防ぐためには、P、Q を 1 周期がショットピッチとなる場合に相当する上述した最大値よりも小さな値にする必要がある。すなわち、飛びショットの計測結果などに起因する高周波成分は除去し、最適な低周波成分のみを補完関数で表現することが望ましい。

### 【0101】

そこで、本実施形態では、前述した式 (8) の評価関数  $W_1(s)$  を用いて、パラメータ p、q の最大値  $p_{\max} = P$ 、 $q_{\max} = Q$  を決定することとした。このようにすると、仮に、飛びショットが存在したとしても、その飛びショットと周囲のショット領域との間には相関は殆どない。従って、その飛びショットの計測結果は、式 (8) で示される  $W_1(s)$  の値を増加させる要因にはならないので、結果的に式 (8) を用いることにより飛びショットの影響を低減あるいは除去す

ることが可能になる。すなわち、図4において、例えば  $W_1(s) > 0.7$  であるような半径  $s$  内の領域を互いに相関がある領域とみなし、その領域を1つの補完値で表現することを考えると、図4より、そのような  $s$  は  $s = 3$  である。P, Qはこの値  $s = 3$ 、及びウエハの直径Dを用いて次のように書くことができる。

## 【0102】

$$P = D/s = D/3, \quad Q = D/s = D/3 \quad \dots \quad (12)$$

## 【0103】

これにより、最適なP, Qを決定することができ、これにより式(10)、(11)の補完関数を決定することができる。

## 【0104】

次のステップ118では、上述のようにして決定した式(10)、(11)の補完関数に、ステップ112で算出された座標(x, y)のショット領域の位置ずれ量(配列ずれ)の非線形成分のX成分  $\Delta_x(x, y)$ 、Y成分  $\Delta_y(x, y)$ を、それぞれ代入して、演算を行うことにより、ウエハW上の全ショット領域の配列ずれの非線形成分のX成分(補完値、すなわち補正值)及びY成分(補完値、すなわち補正值)を算出した後、ステップ122に進む。

## 【0105】

ステップ122では、前述した内部メモリ内の所定領域に記憶された全ショット領域の配列座標と、それぞれのショット領域について上記ステップ118で算出された位置ずれ量の非線形成分の補正值とに基づいて、各ショット領域について位置ずれ量(線形成分及び非線形成分)が補正された重ね合わせ補正位置を算出するとともに、その重ね合わせ補正位置のデータと、予め計測したベースライン量とに基づいて、ウエハW上の各ショット領域の露光のための走査開始位置にウエハWを順次ステッピングさせる動作と、レチクルステージRSTとウエハステージWSTとを走査方向に同期移動させつつレチクルパターンをウエハ上に転写する動作とを、繰り返して、ステップ・アンド・スキャン方式による露光動作を行う。これにより、ロット先頭(ロット内の第1枚目)のウエハWに対する露光処理が終了する。

## 【0106】

次のステップ124では、前述したカウンタのカウント値 $m > 24$ が成立するか否かを判断することにより、ロット内の全てのウエハの露光が終了したか否かを判断する。ここでは、 $m = 1$ であるから、この判断は否定され、ステップ126に進んで、カウンタのカウント値 $m$ をインクリメント ( $m \leftarrow m + 1$ ) した後、ステップ102に戻る。

#### 【0107】

ステップ102において、不図示のウエハローダを用いて図1のウエハホルダ25上の露光処理済みのロット先頭のウエハとロット内の第2枚目のウエハWとを交換する。

#### 【0108】

次のステップ104では、前述と同様にして、ウエハホルダ25上にロードされたウエハW（この場合、ロット内の第2枚目のウエハ）のサーチアライメントを行う。

#### 【0109】

次のステップ106では、前述したカウンタのカウント値 $m$ が、所定の値 $n = 2$ 以上か否かを判断することにより、ウエハホルダ25（ウエハステージWST）上のウエハWが、ロット内の第 $n = 2$ 枚目以降のウエハであるか否かを判断する。この場合、ウエハWはロット内の第2枚目のウエハであるから、 $m = 2$ となっているので、ステップ106の判断は肯定され、ステップ120に移行する。

#### 【0110】

ステップ120では、通常の8点EGAにより、ウエハW上の全ショット領域位置座標を算出する。より具体的には、前述と同様にアライメント顕微鏡ASを用いて、ウエハW上の予め選択された8つのショット領域（サンプルショット）に付設されたウエハマークを計測し、それらのサンプルショットのステージ座標系上における位置座標を求める。そして、その求めたサンプルショットの位置座標とそれぞれの設計上の位置座標とに基づいて特開昭61-44429号公報等に開示されるような最小自乗法を用いた統計演算（前述した式（2）のEGA演算）を行い、前述した式（1）の6つのパラメータを算出するとともに、この算出結果とショット領域の設計上の位置座標とに基づいて、全ショット領域の位置

座標（配列座標）を算出する。そして、その算出結果を内部メモリの所定領域に記憶した後、ステップ122に進む。

#### 【0111】

ステップ122では、前述と同様にして、ステップ・アンド・スキャン方式により、ロット内の第2枚目のウエハWに対する露光処理が行われる。この際、各ショット領域の露光の際の走査開始位置へのウエハWのステッピングに際しては、内部メモリ内の所定領域に記憶された全ショット領域の配列座標と、それぞれのショット領域について先にステップ118で算出された位置ずれ量の非線形成分の補正值とに基づいて、各ショット領域について位置ずれ量（線形成分及び非線形成分）が補正された重ね合わせ補正位置が算出される。

#### 【0112】

上記のようにして、ロット内の第2枚目のウエハWの露光が終了すると、ステップ124に進み、ロット内の全てのウエハの露光が終了したか否かを判断するが、ここにおける判断は否定され、ステップ102に戻って、以降、ロット内の全てのウエハの露光が終了するまで、上記ステップ102～ステップ124の処理、判断が繰り返し行われる。

#### 【0113】

そして、ロット内の全てのウエハの露光が終了し、ステップ124の判断が肯定されると、本ルーチンの一連の処理を終了する。

#### 【0114】

以上説明したように、本第1の実施形態によると、前述したような評価関数の導入によって、経験則に頼ることなく、明確な根拠に基づいて、ウエハWの非線形歪みを評価することができる。そして、その評価結果に基づいてウエハW上の各区画領域の位置ずれ量（配列ずれ）の非線形成分を算出することができ、この算出結果とEGAにより求めたショット領域の配列ずれの線形成分とに基づいて、各ショット領域の配列ずれ（線形成分のみならず非線形成分をも）、ひいては重ね合せ補正位置を正確に求めることができる。従って、上記各ショット領域の重ね合せ補正位置に基づいて、ウエハW上の各ショット領域の露光のための走査開始位置にウエハWを順次ステッピングさせつつ、レチクルパターンをウエハW

上の各ショット領域に転写することにより、ウエハW上の各ショット領域にレチクルパターンを非常に高精度に重ね合せることができる。

#### 【0115】

また、本実施形態では、ロット内の第2枚目のウエハWの露光に際しては、通常の8点EGAでの計測結果に基づいてウエハ上のショット領域の配列ずれの線形成分を補正するとともに、ショット領域の配列ずれの非線形成分については、ロット先頭のウエハと第2枚目のウエハとが同じ非線形成分を持っているものとみなして、非線形成分の補正值についてはロット先頭で求めた値をそのまま使用する。このため、ロット内の全てのウエハに対して全点EGAを行う場合に比べて、計測点数の削減により、スループットを向上することができる。

#### 【0116】

なお、上記実施形態では、ロット内の第2枚目以降については、8点EGAを行うものとしたが、EGAの計測点数（アライメントマーク数（通常はサンプルショット数に対応）は、統計演算で求める未知パラメータ（上記実施形態では6つ）の数より多ければ、いくつでも良いことは勿論である。

#### 【0117】

また、例えば、図3中に仮想線で示されるウエハW上の欠けショット領域SA<sub>1'</sub>～SA<sub>4'</sub>を考え、これらの欠けショット領域をも露光する場合を考える。この場合、欠けショットの何れにもEGAの計測点を設定しない場合であっても、本第1の実施形態では、これらの欠けショットSA<sub>1'</sub>～SA<sub>4'</sub>についても位置ずれ量の線形成分は勿論非線形成分についても補正が可能である。

#### 【0118】

なお、上記実施形態では、ロット先頭のウエハの露光に際して、全ショット領域のウエハマークの計測結果を用いてEGA演算により算出したショット配列座標と補完関数に基づいて算出した配列座標の非線形成分に基づいて、各ショット領域を走査開始位置へ位置決めするものとしたが、これに限らず、ステップ108で計測した各ショット領域の位置ずれ量の実測値に基づいて、EGA演算を行うことなく、各ショット領域を走査開始位置へ位置決めすることとしても良い。

## 【0119】

また、上記実施形態において、 $n$ が3以上の整数に設定されている場合には、ロット内の最初の $(n-1)$ 枚（複数枚）のウエハについては、ステップ108からステップ118までの処理が、繰り返し行われることとなるが、この際、ステップ118では、第2枚目から $n-1$ 枚目までのウエハについては、全ショット領域の配列ずれの非線形成分（補正值）を、例えばそれまでの各回の演算結果の平均値に基づいて求めることとすれば良い。勿論、第 $n$ 枚目 $(n \geq 3)$ 以降のウエハでも、第 $(n-1)$ 枚目までの少なくとも2枚のウエハでそれぞれ算出される非線形成分（補正值）の平均値を用いるようにしても良い。

## 【0120】

なお、前述した評価関数は、一例であって、これに限らず、例えば、式（8）の評価関数に代えて、次の式（13）で示されるような評価関数 $W_2(s)$ を用いても良い。

## 【0121】

## 【数10】

$$W_2(s) = \frac{\sum_{k=1}^N \left( \frac{\sum_{i \in s} \frac{\vec{r}_i \cdot \vec{r}_k}{|\vec{r}_k|^2}}{\sum_{i \in s} 1} \right)}{N} \quad \dots (13)$$

## 【0122】

この式（13）の評価関数によると、着目するショット領域の位置ずれベクトル $\vec{r}_k$ （第1ベクトル）と、その周囲（半径 $s$ の円内）の各ショット領域における位置ずれベクトル $\vec{r}_i$ （第2ベクトル）との間の方向及び大きさについての相関をも求めることができる。通常、この式（13）の評価関数 $W_2(s)$ によると、上記実施形態に比べて、より正確にウエハの非線形歪みの規則性やその程度を評価することができる。但し、この式（13）の評価関数では、大きさをも考慮しているが故に、ウエハ $W$ 上の各ショット領域の位置ずれ量の発生の状況によ

っては、却って評価の精度が低下することが、非常に稀ではあるが、起こり得る

【0123】

そのような場合を考慮して、式(8)の評価関数 $W_1(s)$ と式(13)の評価関数 $W_2(s)$ とを同時に用い、これらの評価関数が共に高い相関を示す(ともに1に近い)範囲の半径 $s$ を求ることにより、ウエハの非線形歪みを評価することとしても良い。また、この場合、このようにして求めた $s$ を用いて、前述した補完関数を決定すれば良い。

【0124】

なお、上記第1の実施形態におけるステップ114の処理を省略しても良い。すなわち、ステップ112において分離された位置ずれ量の非線形成分をそのまま、ステップ122において、各ショット領域の位置ずれ量の非線形成分(補正值)として用いても良い。

【0125】

また、上記第1の実施形態では、 $n \geq 3$ としたとき、1~( $n-1$ )枚目までの複数のウエハ(基板)の少なくとも1枚で全てのショット領域の座標値を検出するだけでも良いし、その少なくとも1枚のウエハが第1枚目のウエハを含まなくても良い。さらに、上記第1の実施形態では( $n-1$ )枚目のウエハで座標値(マーク)が検出されるショット領域は全ショット領域でなくても良い。特に、ウエハの全面で非線形歪みの傾向がほぼ揃っていると、ある程度予想されるときは、例えば1つおきのショット領域について座標値を検出するだけで良い。また、EGA方式では、アライメントショット領域(全ショット領域又はその内の特定の複数のショット領域がサンプルショットとして選択されている場合は、その選択された特定のショット領域)のアライメントマークの座標値を用いるものとしたが、例えばアライメントショット領域毎にその設計上の座標値に従ってウエハWを移動してレチクルR上のマーク、又はアライメント顕微鏡ASの指標マークとの位置ずれ量を検出し、この位置ずれ量を用いて統計演算によってショット領域毎に設計上の座標値からの位置ずれ量を算出しても良いし、あるいはショット領域間のステップピッチの補正量を算出しても良い。これは、重み付けEGA

方式や後述するショット内多点EGA方式でも同様である。

【0126】

すなわち、EGA（重み付けEGA、ショット内多点EGA、ブロック化EGA等を含む）方式では、アライメントショット領域の座標値に限らず、アライメントショット領域に関する位置情報であって統計処理に適切な情報であれば、如何なる情報を用いて統計演算を行っても良いし、各ショット領域の座標値に限らず、各ショット領域の位置に関する情報であれば、いかなる情報を算出しても良い。

【0127】

さらに、上記第1の実施形態では、EGA方式を前提に説明を行ったが、EGA方式の代わりに重み付けEGA方式を用いても良いし、あるいはショット内多点EGA方式等を用いても良い。なお、ショット内多点EGA方式は、例えば特開平6-349705号公報などに開示されており、アライメントショット領域毎に複数のアライメントマークを検出してX、Y座標をそれぞれ複数個ずつ得るようになり、EGA方式で用いられるウエハの伸縮、回転等に対応するウエハパラメータの他に、ショット領域の回転誤差、直交度、及びスケーリングに対応するショットパラメータ（チップパラメータ）の少なくとも1つをパラメータとして含むモデル関数を用いて各ショット領域の位置情報、例えば座標値を算出するものである。

【0128】

これを更に詳述すると、このショット内多点EGA方式は、基板上に配列された各ショット領域内の基準位置に対してそれぞれ設計上一定の相対位置関係で配置された複数個のアライメントマーク（1次元マーク、2次元マークのいずれでも良い）がそれぞれ形成され、これら基板上に存在するアライメントマークの中から所定数のアライメントマークであって、X位置情報の数とY位置情報の数との和が上記モデル関数に含まれるウエハパラメータ及びショットパラメータの総数より多く、かつ少なくとも同一のアライメントショット領域について同一方向に複数の位置情報が得られる所定数のアライメントマークの位置情報を計測する。そして、これらの位置情報を、上記モデル関数に代入し、最小自乗法等を用い

て統計処理することにより、そのモデル関数に含まれるパラメータを算出し、このパラメータと、各ショット領域内の基準位置の設計上の位置情報及び基準位置に対するアライメントマークの設計上の相対位置情報から、各ショット領域の位置情報を算出するものである。

#### 【0129】

この場合も、位置情報として、アライメントマークの座標値を用いても良いが、アライメントマークに関する位置情報であって統計処理に適切な情報であれば、如何なる情報を用いて統計演算を行っても良い。

#### 【0130】

また、本発明を重み付けEGA方式に適用する場合は、式(4)又は(6)の重みパラメータSを前述の評価関数を用いて決定する。具体的には、前述した図2のステップ108と同様にして、例えばロット内の第1枚目のウエハ上の全ショット領域の位置座標の計測を行い、この計測結果と各ショット領域の設計値との差を演算することにより、各ショット領域の位置ずれ量、すなわち位置ずれベクトルを求める。次いで、この位置ずれベクトルと例えば式(8)の評価関数 $W_1(s)$ に基づいて、ウエハWの非線形歪みを評価し、例えば $W_1(s) > 0$ 。8であるような半径s内の領域を互いに相関がある領域とみなし、そのようなsを求める。そして、このsの値をそのまま、あるいは一定の係数を乗じて、例えば式(7)のBに代入することにより、式(4)又は(6)中の重みパラメータS、ひいては重み付け $W_{in}$ 又は $W_{in}'$ を、経験則によることなく、決定することができる。

#### 【0131】

このようにして重みパラメータS並びに重み付け $W_{in}$ 又は $W_{in}'$ を決定する重み付けEGA方式を採用する、例えば1ロットのウエハの処理シーケンスとしては、例えば、次のような2つの処理シーケンスが考えられる。

#### 【0132】

(第1のシーケンス)

例えば、ロット先頭のウエハに対して図2のステップ108、110の処理を行った後、次のa. ~ d. の処理を順次行う。

【0133】

a. 全ショット領域の位置ずれ量を算出する。 b. 位置ずれ量と上記評価関数を用いて前述のようにして重みパラメータ S を決定する。 c. 重みパラメータ S を用いて重み付け EGA 方式により全ショット領域の配列座標を算出する。 d. 上記 c. で求めた配列座標（重み付け EGA 結果）とステップ 110 で求めた配列座標（EGA 結果）との差に基づいて全ショット領域の配列ずれの非線形成分（補正值）のマップ（非線形成分の補完マップ）を作成する。

【0134】

そして、ロット先頭のウエハに対する露光に際しては、上記の非線形成分の補完マップとステップ 110 で求めた配列座標とに基づいて各ショット領域の重ね合わせ補正位置を算出し、その重ね合わせ補正位置のデータと予め計測したベースライン量とに基づいて、ウエハ W 上の各ショット領域の露光のための走査開始位置にウエハ W を順次ステッピングさせつつ、ステップ・アンド・スキャン方式の露光を行う。第 2 枚目以降のウエハについては、ステップ 120 の処理を行い、このステップ 120 の通常の 8 点 EGA の結果と上記の非線形成分の補完マップとに基づいて、各ショット領域の重ね合わせ補正位置を算出し、その重ね合わせ補正位置のデータを用いて、上記と同様にしてステップ・アンド・スキャン方式の露光を行う。

【0135】

この第 1 のシーケンスによると、上述した第 1 の実施形態と同等の効果を得ることができる。

【0136】

(第 2 のシーケンス)

例えば、ロット先頭のウエハに対して図 2 のステップ 108 と同様にして、全ショット領域の位置座標計測を行った後、全ショット領域についてその計測結果と設計上の配列座標との差である位置ずれ量を算出する。次に、位置ずれ量と上記評価関数を用いて前述のようにして重みパラメータ S を決定する。次に、重みパラメータ S を用いて重み付け EGA 方式により全ショット領域の配列座標を算出する。そして、ロット先頭のウエハに対する露光に際しては、上記の重み付け

EGA方式により算出された全ショット領域の配列座標を重ね合わせ補正位置とし、その重ね合わせ補正位置のデータと予め計測したベースライン量とに基づいて、ウエハW上の各ショット領域の露光のための走査開始位置にウエハWを順次ステッピングさせつつ、ステップ・アンド・スキャン方式の露光を行う。

#### 【0137】

第2枚目以降のウエハのアライメントに際しては、ロット先頭のウエハのアライメントの際に決定した重みパラメータSに基づいて、サンプルショットの数及び配置を決定し、その決定したサンプルショットのアライメントマークの位置座標の計測と、その計測結果に基づいて重み付けEGA方式により各ショット領域の配列座標を算出する。勿論、この際に、ロット先頭のウエハのアライメントの際に決定した重みパラメータSに応じた重み付けが行われることは言うまでもない。そして、算出された配列座標を重ね合わせ補正位置として、第2枚目以降のウエハに対してステップ・アンド・スキャン方式の露光を行う。

#### 【0138】

すなわち、この第2のシーケンスは、従来の重み付けEGA方式のアライメントに際して、前述した評価関数を用いて例えばロット先頭のウエハの非線形歪みを評価し、その評価結果に基づいて重みパラメータSを、ロット先頭のウエハは勿論、第2枚目以降についても、経験則に頼ることなく、決定するものである。この第2のシーケンスによると、ウエハの非線形歪みの程度、大きさに応じた適切なサンプルショットの配置と数とを決定することができるとともに、適切な重み付けを行うことができるので、従来の重み付けEGA方式を採用するにもかかわらず、高精度な重ね合わせ露光を、必要最低限のサンプルショットの設定で実現することが可能になる。

#### 【0139】

##### 《第2の実施形態》

次に、本発明の第2の実施形態を図5に基づいて説明する。この第2の実施形態は、装置構成等は、前述した第1の実施形態と同一であり、主制御系20の制御アルゴリズムが異なるのみであるので、以下においては、この相違点を中心として説明する。

【0140】

図5には、本第2の実施形態の露光装置により、ウエハWに対して第2層目（セカンドレイヤ）以降の層の露光処理を行う際、主制御系20による制御アルゴリズムを示すフローチャートが示されている。

【0141】

前述した第1の実施形態と同様の手順で、レチクルロード、レチクルアライメント及びベースライン計測などの一連の準備作業が終了した時点で、図5のフローチャートが開始する。この図5のフローチャートは、同一ロット内の複数枚、例えば25枚のウエハを処理する場合の主制御系20の制御アルゴリズムを示す。また、前提として、ロット内の全てのウエハは同一条件、同一工程で各種処理が施されているものとする。さらに、前提として、後述するロット内のウエハ番号（m）を示す不図示のカウンタのカウント値は「1」に初期設定されている（ $m \leftarrow 1$ ）ものとする。

【0142】

まず、ステップ202において、不図示のウエハローダを用いて図1のウエハホルダ25上の露光処理済みのウエハ（便宜上「W’」と呼ぶ）と未露光のウエハWとを交換（あるいは、ウエハホルダ25上にウエハW’のない場合は、未露光のウエハWをウエハホルダ25上に単にロード）する。

【0143】

次のステップ204では、そのウエハホルダ25上にロードされたウエハWのサーチアライメントを、前述した第1の実施形態と同様の手順で行う。

【0144】

次のステップ206では、前述したカウンタのカウント値mが、所定の値n以上であるか否かを判断することにより、ウエハホルダ25（ウエハステージWST）上のウエハWが、ロット内の第n）枚目以降のウエハであるか否かを判断する。ここで、所定の値nは2以上で25以下の任意の整数に予め設定される。以下においては、説明の便宜上から、n=2であるものとして説明を行う。この場合、ウエハWはロット先頭（第1枚目）のウエハであるから、初期設定によりm=1となっているので、ステップ206の判断は否定され、次のステップ208

に進む。

#### 【0145】

ステップ208では、ウエハW上の全てのショット領域のステージ座標系上における位置座標を、前述したステップ108と同様にして計測する。

#### 【0146】

次のステップ210では、上記ステップ208の計測結果に基づいて、ウエハW上の全てのショット領域について、位置ずれ量（設計値からの位置ずれ量）をそれぞれ算出する。

#### 【0147】

次のステップ212では、上記ステップ210で算出したショット領域毎の位置ずれと評価関数とを用いて、ウエハWの非線形歪みを評価し、その評価結果に基づいて、ウエハW上のショット領域を複数のブロックにブロック化する。具体的には、ステップ210で算出したショット領域毎の位置ずれ量に基づいて、前述した式(8)の評価関数 $W_1(s)$ と、式(13)の評価関数 $W_2(s)$ とをそれぞれ求め、それぞれの評価関数が共に例えば0.9~1となる、半径sの値を求める。この半径sに基づき、位置ずれ量（非線形歪み）がほぼ似たような傾向を示す相互に隣接するショット領域の範囲を算出し、この算出結果に基づいて、ウエハW上の複数のショット領域をブロック化し、ブロック毎のショット領域の情報を各ブロック内の代表的なショット領域、例えば各ブロックに属する任意の1つのショット領域における位置ずれ量の計測値にそれぞれ対応づけて、内部メモリ内の所定領域に記憶する。

#### 【0148】

そして、次のステップ216では、各ブロック内の代表ショット領域の位置ずれ量に基づいて重ね合わせ露光を行う。具体的には、まず、設計上のショット領域の位置座標（配列座標）と、各ショット領域が属するブロック内の代表ショット領域における位置ずれデータとに基づいて、ウエハW上の各ショット領域の重ね合わせ補正位置を算出する。すなわち、各ブロックに属するショット領域については、その代表ショット領域における位置ずれデータを共通に用いてブロック内の各ショット領域の設計上の位置座標をそれぞれその位置ずれデータによって

補正して、ウエハW上の各ショット領域の重ね合わせ補正位置を算出する。そして、その重ね合わせ補正位置のデータと、予め計測したベースライン量とに基づいて、ウエハW上の各ショット領域の露光のための走査開始位置にウエハWを順次ステッピングさせる動作と、レチクルステージRSTとウエハステージWSTとを走査方向に同期移動させつつレチクルパターンをウエハ上に転写する動作とを、繰り返して、ステップ・アンド・スキャン方式による露光動作を行う。これにより、ロット先頭（ロット内の第1枚目）のウエハWに対する露光処理が終了する。

#### 【0149】

次のステップ218では、前述したカウンタのカウント値 $m > 24$ が成立するか否かを判断することにより、ロット内の全てのウエハの露光が終了したか否かを判断する。ここでは、 $m = 1$ であるから、この判断は否定され、ステップ220に進んで、カウンタのカウント値 $m$ をインクリメント（ $m \leftarrow m + 1$ ）した後、ステップ202に戻る。

#### 【0150】

ステップ202において、不図示のウエハローダを用いて図1のウエハホルダ25上の露光処理済みのロット先頭のウエハとロット内の第2枚目のウエハWとを交換する。

#### 【0151】

次のステップ204では、前述と同様にして、ウエハホルダ25上にロードされたウエハW（この場合、ロット内の第2枚目のウエハ）のサーチアライメントを行う。

#### 【0152】

次のステップ206では、前述したカウンタのカウント値 $m$ が、所定の値 $n = 2$ 以上であるか否かを判断することにより、ウエハホルダ25（ウエハステージWST）上のウエハWが、ロット内の第 $n = 2$ 枚目以降のウエハであるか否かを判断する。この場合、ウエハWはロット内の第2枚目のウエハであるから、 $m = 2$ となっているので、ステップ206の判断は肯定され、ステップ214に移行する。

【0153】

ステップ214では、各ブロック内の代表ショット領域の位置ずれを計測する。具体的には、内部メモリ内の所定領域に記憶されたblock化の情報に基づいて、各ブロックに属するショット領域の内からそれぞれ任意の1つのショット領域を代表ショット領域としてそれぞれ選択し、それら各ブロック毎の代表ショット領域のウエハマークのステージ座標系における位置座標を検出する。そして、その検出結果に基づいて各ブロック毎の代表ショット領域のウエハマークの設計上の位置座標からの位置ずれ量を算出し、この算出結果を用いて各ブロックの情報と対応付けて内部メモリ内の所定領域に記憶されている位置ずれ量の計測値を更新した後、ステップ216に進む。

【0154】

なお、このステップ214において、各ブロックに属するショット領域の内から選択される代表ショット領域は、必ずしも1つでなくても、各ブロックに属するショット領域の総数より少ない数の任意の複数個のショット領域であっても良い。代表ショット領域として複数個のショット領域を選択する場合には、各ショット領域のウエハマークの設計上の位置座標からの位置ずれ量を上述と同様にしてそれぞれ算出し、それらの算出結果の平均値を用いて各ブロックの情報と対応付けて内部メモリ内の所定領域に記憶されている位置ずれ量の計測値を更新することとしても良い。

【0155】

ステップ216では、前述と同様にして、ステップ・アンド・スキャン方式により、ロット内の第2枚目のウエハWに対する露光処理が行われる。そして、ロット内の第2枚目のウエハWの露光が終了すると、ステップ218に進み、ロット内の全てのウエハの露光が終了したか否かを判断するが、ここにおける判断は否定され、ステップ202に戻って、以降、ロット内の全てのウエハの露光が終了するまで、上記ステップ202～ステップ218の処理、判断が繰り返し行われる。

【0156】

そして、ロット内の全てのウエハの露光が終了し、ステップ218の判断が肯

定されると、本ルーチンの一連の処理を終了する。

【0157】

以上説明した本第2の実施形態によると、前述した第1の実施形態と同様に、評価関数の導入によって、経験則に頼ることなく、明確な根拠に基づいて、ウエハWの非線形歪みを評価することができる。そして、その評価結果に基づいてウエハW上の各ショット領域を同様の傾向の歪みが存在するショット領域毎にブロック化し、各ブロック毎に、ブロックを1つの単位として、従来のダイ・バイ・ダイ方式と同様の方式のウエハアライメント（以下、便宜上「ブロック・バイ・ブロック」方式と呼ぶ）を行うので、各ショット領域の配列ずれを線形成分のみならず非線形成分をも含めてほぼ正確に求めることができる。従って、上記各ショット領域の配列ずれに基づいて、ウエハW上の各ショット領域の露光のための走査開始位置にウエハWを順次ステッピングさせつつ、レチクルパターンをウエハW上の各ショット領域に転写することにより、ウエハW上の各ショット領域にレチクルパターンを非常に高精度に重ね合せることができる。

【0158】

また、本実施形態では、ロット内の第2枚目以降のウエハWの露光に際しては、ロット先頭のウエハと第2枚目以降のウエハとが同様の傾向の歪みが生じるものとして、同一のブロック分けをそのまま用いてブロック毎の代表ショット領域についての位置ずれ量を計測するのみである。このため、ロット内の全てのウエハについて全ショット領域の位置計測を行う場合に比べて、計測点数の削減により、スループットを向上することができる。

【0159】

なお、上記第2の実施形態では、ロット先頭のウエハの露光に際して、設計上のショット領域の位置座標（配列座標）と、各ショット領域が属するブロック内の代表ショット領域における位置ずれデータとに基づいて、ウエハW上の各ショット領域の重ね合わせ補正位置を算出し、算出結果に基づいて、各ショット領域を走査開始位置へ位置決めするものとしたが、これに限らず、上記のような演算を行うことなく、ステップ210で算出した各ショット領域の位置ずれ量の算出値に基づいて、各ショット領域を走査開始位置へ位置決めすることとしても良い

## 【0160】

また、上記第2の実施形態において、 $n$ が3以上の整数に設定されている場合には、ロット内の最初の $(n-1)$ 枚（複数枚）のウエハについては、ステップ208からステップ212までの処理が、繰り返し行われることとなるが、この際、ステップ212では、第2枚目から第 $(n-1)$ 枚目までのウエハについては、例えばそれまでの各回の評価結果を総合的に勘案してショット領域のブロック化を決定することとすれば良い。また、第 $(n-1)$ 枚目までのウエハでそれぞれショット領域のブロック化を決定する必要はなく、少なくとも1枚のみでブロック化を決定するだけでも良い。

## 【0161】

なお、上記第1及び第2の実施形態では、ウエハWの非線形歪みを評価するために、ショット領域毎にアライメントマークを検出してその座標値を求めるようとしたが、これに限らず、ショット領域毎にその設計上の座標値にベースライン量を加えた座標値にウエハを位置決めした状態でアライメント顕微鏡ASによってアライメントマークを検出して指標マークとの位置ずれ量を検出し、この位置ずれ量を用いて前述した非線形歪みを評価するようにしても良い。さらに、アライメント顕微鏡ASの代わりにレチクルアライメント系22を用いて、ショット領域毎にそのアライメントマークとレチクルRのマークとの位置ずれ量を検出し、この位置ずれ量を用いて前述した非線形歪みを評価するようにしても良い。すなわち、非線形歪みの評価に際しては、マークの座標値を必ずしも求める必要はなく、アライメントマーク又はこれに対応するショット領域に関する位置情報であれば、如何なる情報であっても、これを用いて前述した非線形歪みを評価することができる。

## 【0162】

この他、上記の評価関数を用いた評価結果により得られる半径sに基づいて、EGA方式、あるいは重み付けEGA方式、又はショット内多点EGA方式におけるEGA計測点数を適切に決定することもできる。

## 【0163】

なお、上記各実施形態では、マーク検出系として、オフアクシス方式のFIA系（結像式のアライメント顕微鏡）を用いる場合について説明したが、これに限らずいかなる方式のマーク検出系を用いても構わない。すなわち、TTR（Through The Reticle）方式、TTL（Through The Lens）方式、またオフアクシス方式の何れの方式であっても、更には検出方式がFIA系などで採用される結像方式（画像処理方式）以外、例えば回折光又は散乱光を検出する方式（LSA（Laser Step Alignment）系、LIA（Laser Interferometric Alignment）系などであっても構わない。

#### 【0164】

さらに、本発明に係る位置検出方法は、露光装置においてソフトウェア、ハードウェアのいずれで実現しても良い。また、本発明は上記各実施形態の如き、ステップ・アンド・スキャン方式の露光装置に限らず、ステップ・アンド・リピート方式、又はプロキシミティ方式の露光装置（X線露光装置等）を始めとする各種方式の露光装置は勿論、露光装置以外のリペア装置、ウェハプローバ等に対しても全く同様に適用が可能である。

#### 【0165】

なお、露光装置で用いる露光用照明光（エネルギービーム）は紫外光に限られるものではなく、X線（EUV光を含む）、電子線やイオンビームなどの荷電粒子線などでも良い。また、DNAチップ、マスク又はレチクルなどの製造用に用いられる露光装置でも良い。

#### 【0166】

#### 《デバイス製造方法》

次に、上述した各実施形態に係る露光装置及びその露光方法をリソグラフィ工程で使用したデバイスの製造方法の実施形態について説明する。

#### 【0167】

図6には、デバイス（ICやLSI等の半導体チップ、液晶パネル、CCD、薄膜磁気ヘッド、マイクロマシン等）の製造例のフローチャートが示されている。図6に示されるように、まず、ステップ301（設計ステップ）において、デバイスの機能・性能設計（例えば、半導体デバイスの回路設計等）を行い、その

機能を実現するためのパターン設計を行う。引き続き、ステップ302（マスク製作ステップ）において、設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。一方、ステップ303（ウエハ製造ステップ）において、シリコン等の材料を用いてウエハを製造する。

#### 【0168】

次に、ステップ304（ウエハ処理ステップ）において、ステップ301～ステップ303で用意したマスクとウエハを使用して、後述するように、リソグラフィ技術等によってウエハ上に実際の回路等を形成する。次いで、ステップ305（デバイス組立ステップ）において、ステップ304で処理されたウエハを用いてデバイス組立を行う。このステップ305には、ダイシング工程、ボンディング工程、及びパッケージング工程（チップ封入）等の工程が必要に応じて含まれる。

#### 【0169】

最後に、ステップ306（検査ステップ）において、ステップ305で作製されたデバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行う。こうした工程を経た後にデバイスが完成し、これが出荷される。

#### 【0170】

図7には、半導体デバイスの場合における、上記ステップ304の詳細なフロー例が示されている。図7において、ステップ311（酸化ステップ）においてはウエハの表面を酸化させる。ステップ312（CVDステップ）においてはウエハ表面に絶縁膜を形成する。ステップ313（電極形成ステップ）においてはウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ314（イオン打込みステップ）においてはウエハにイオンを打ち込む。以上のステップ311～ステップ314それぞれは、ウエハ処理の各段階の前処理工程を構成しており、各段階において必要な処理に応じて選択されて実行される。

#### 【0171】

ウエハプロセスの各段階において、上述の前処理工程が終了すると、以下のようにして後処理工程が実行される。この後処理工程では、まず、ステップ315（レジスト形成ステップ）において、ウエハに感光剤を塗布する。引き続き、ス

ステップ316（露光ステップ）において、上で説明した露光装置及び露光方法によってマスクの回路パターンをウエハに転写する。次に、ステップ317（現像ステップ）においては露光されたウエハを現像し、ステップ318（エッチングステップ）において、レジストが残存している部分以外の部分の露出部材をエッチングにより取り去る。そして、ステップ319（レジスト除去ステップ）において、エッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。

【0172】

これらの前処理工程と後処理工程とを繰り返し行うことによって、ウエハ上に多重に回路パターンが形成される。

【0173】

以上説明した本実施形態のデバイス製造方法を用いれば、露光工程（ステップ316）において、ロット毎のウエハの露光処理に際して、上記実施形態の露光装置及びその露光方法が用いられるので、レチクルパターンとウエハ上のショット領域との重ね合わせ精度を高精度に維持し、かつ高いスループットで露光が行われる。この結果、より微細な回路パターンを重ね合わせ精度良くウエハ上に転写することが可能になり、スループットの向上とあいまって高集積度のマイクロデバイスの生産性（歩留まりを含む）を向上させることができる。特に、光源にF<sub>2</sub>レーザ光源等の真空紫外光源を用いる場合には、投影光学系の解像力の向上とあいまって、例えば最小線幅が0.1 μm程度のあってもその生産性の向上が可能である。

【0174】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明に係る評価方法によれば、基板の非線形な歪みを経験則によらず、適切に評価することができるという効果がある。

【0175】

また、本発明に係る位置検出方法によると、複数枚の基板を処理するに当たり、経験則によらず、基板上の複数の区画領域の位置を精度良くかつ高スループットで検出することができるという効果がある。

【0176】

また、本発明に係る露光方法によれば、複数枚の基板を露光処理するに当たり、露光精度とスループットとをともに向上させることができるという優れた効果がある。

【0177】

また、本発明に係るデバイス製造方法によれば、マイクロデバイスの生産性を向上させることができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1の実施形態に係る露光装置の構成を概略的に示す図である。

【図2】

第1の実施形態の露光装置によりウエハに対して第2層目以降の層の露光処理を行う際の主制御系の制御アルゴリズムを示すフローチャートである。

【図3】

式(8)の評価関数の意味内容を説明するためのウエハWの平面図である。

【図4】

図3に示されるウエハに対応する具体的な評価関数W<sub>1</sub>(s)の一例を示す線図である。

【図5】

第2の実施形態の露光装置によりウエハに対して第2層目以降の層の露光処理を行う際の主制御系の制御アルゴリズムを示すフローチャートである。

【図6】

本発明に係るデバイス製造方法の一実施形態を説明するためのフローチャートである。

【図7】

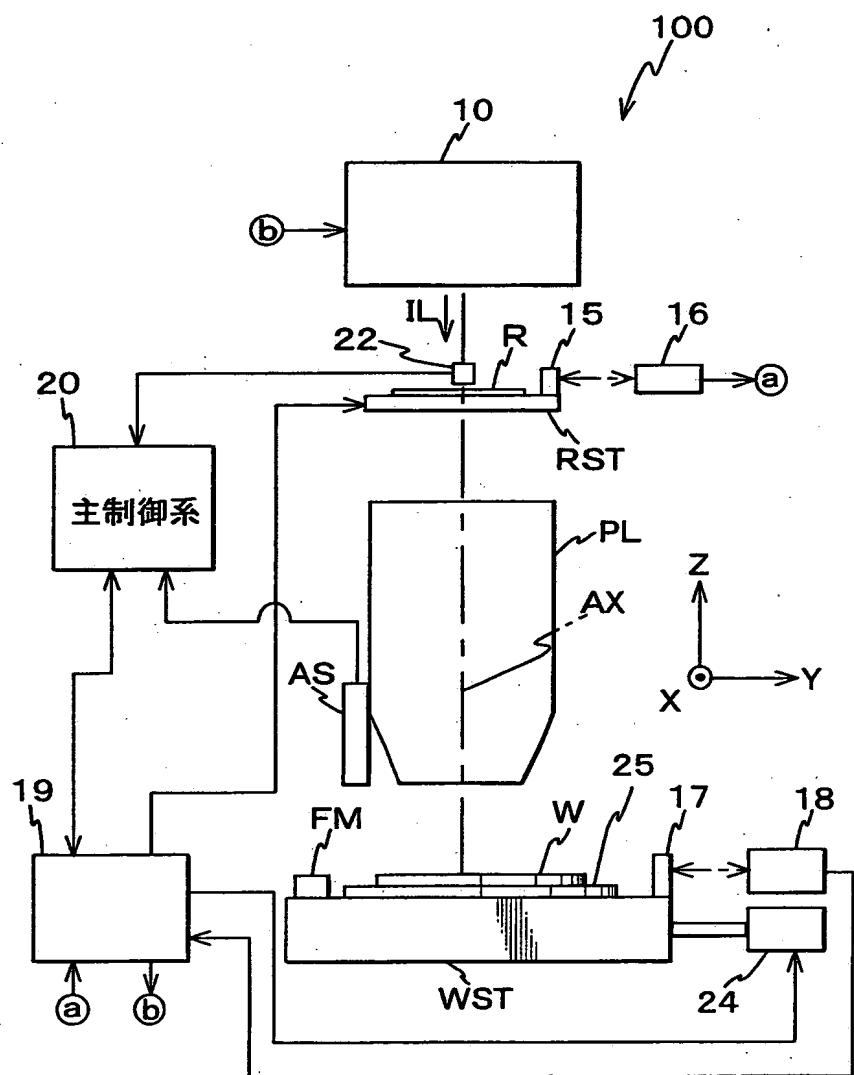
図6のステップ304の詳細な処理の一例を示すフローチャートである。

【符号の説明】

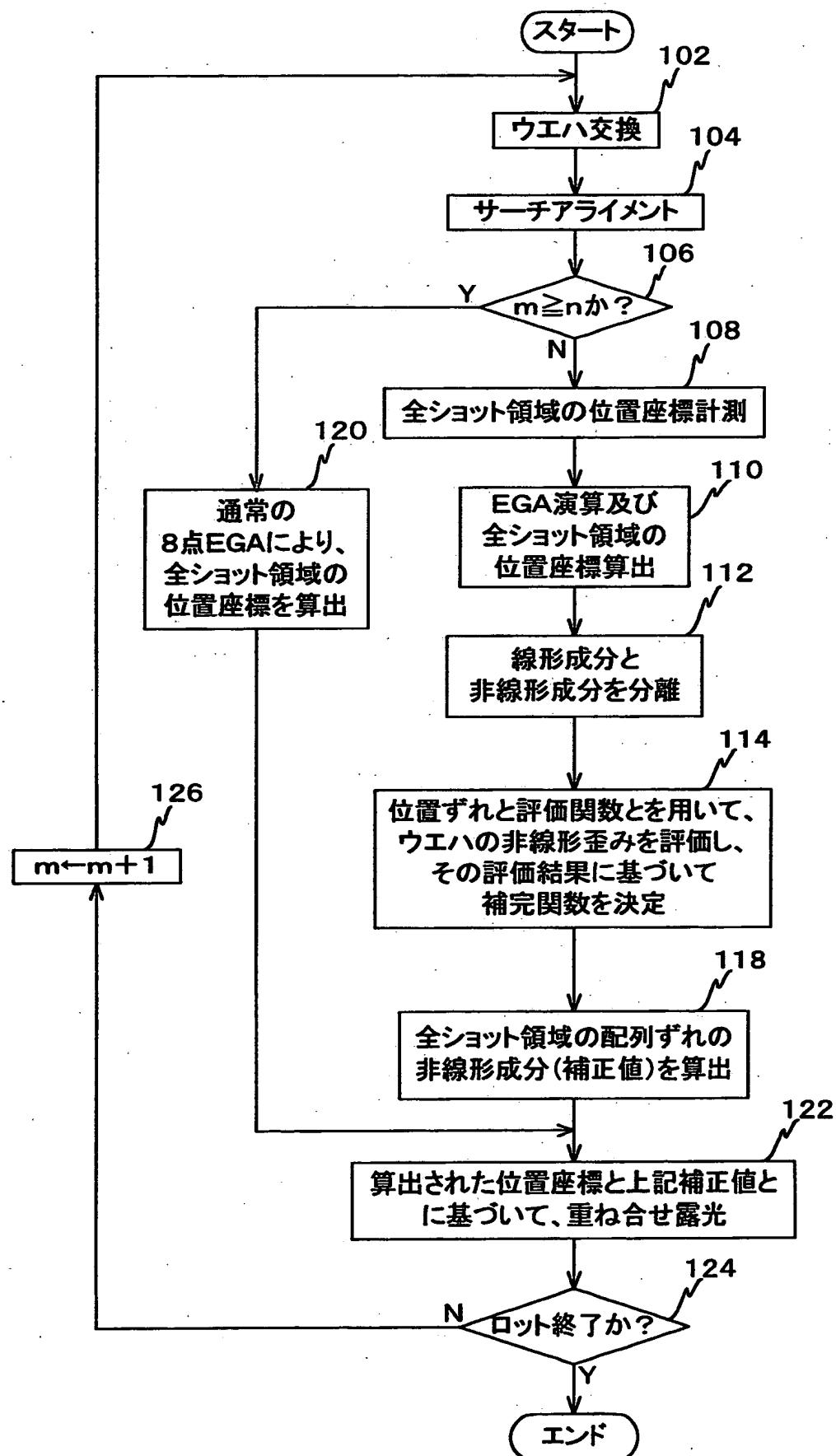
W…ウエハ(基板)、SA…ショット領域(区画領域)。

【書類名】 図面

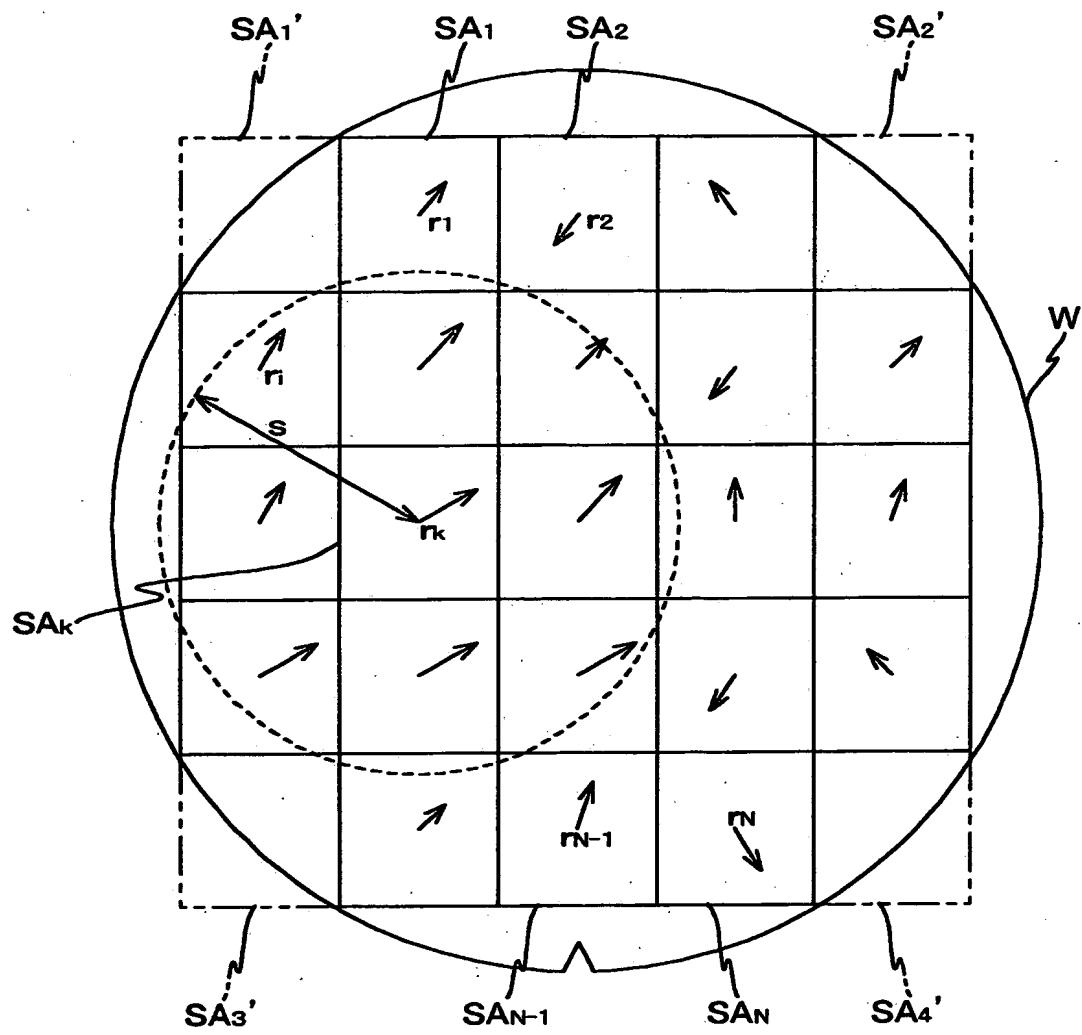
【図1】



【図2】

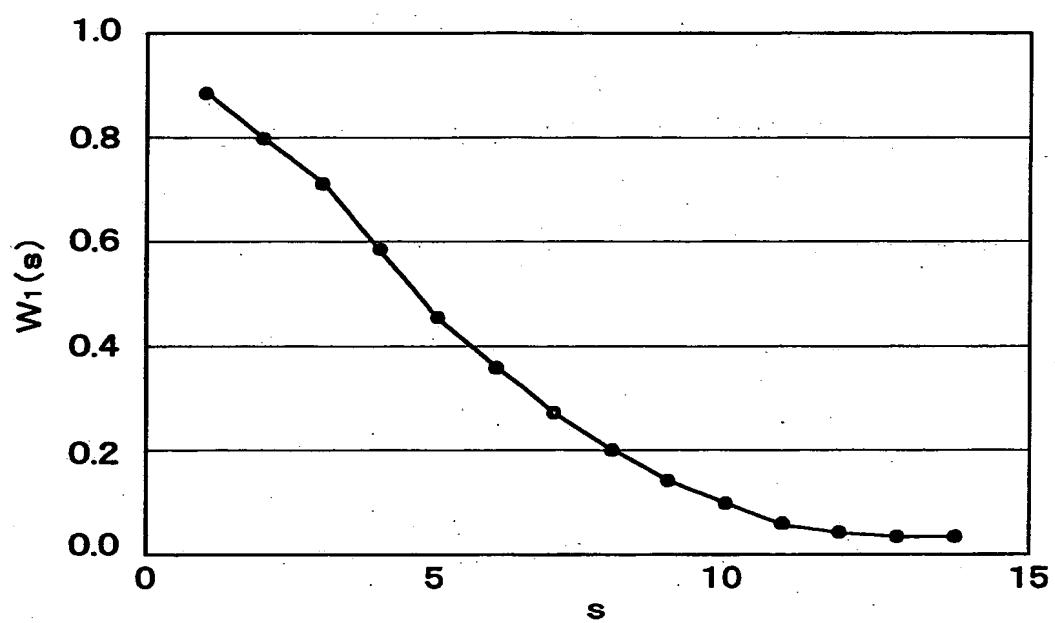


【図3】

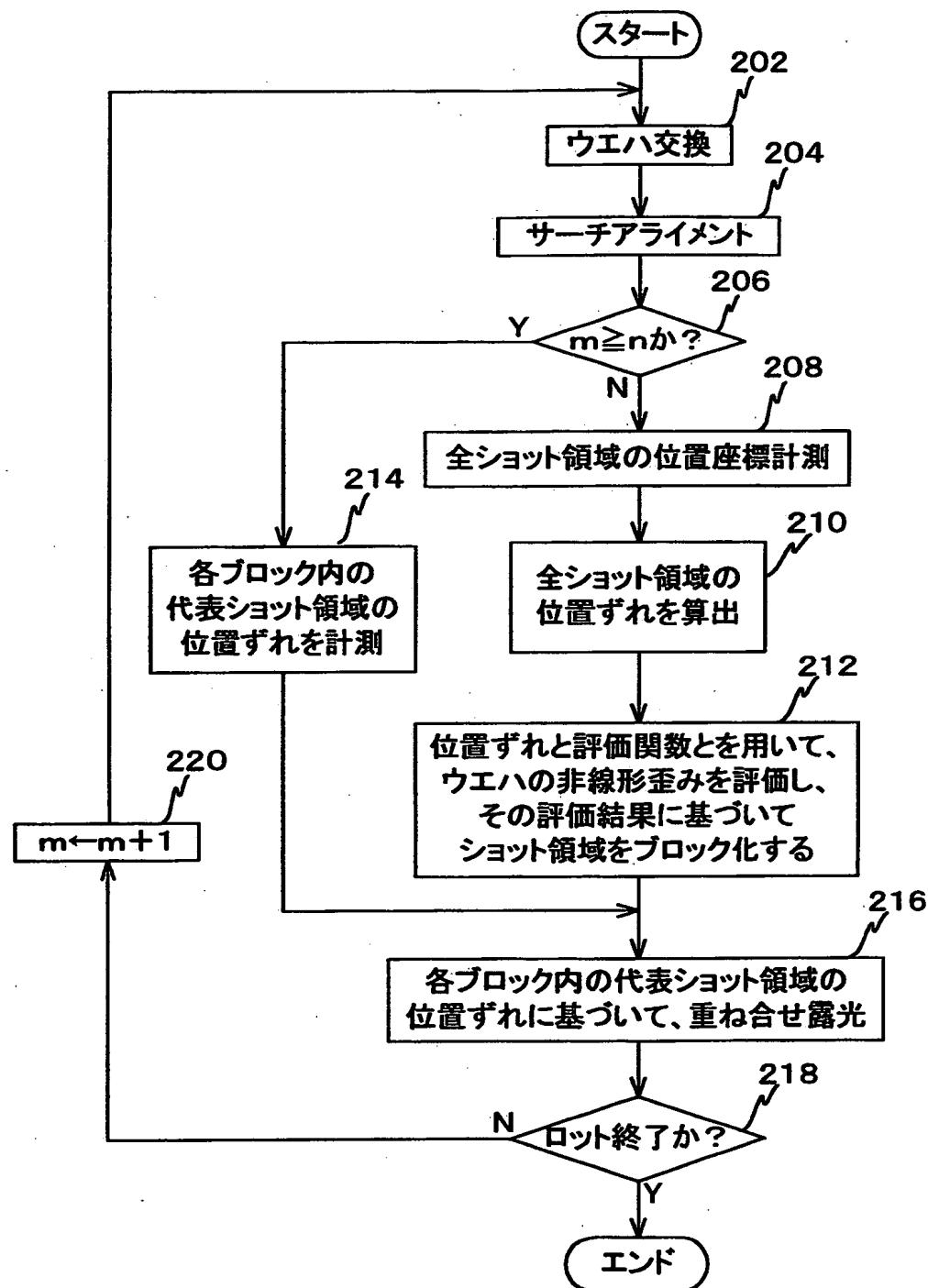


特2000-161323

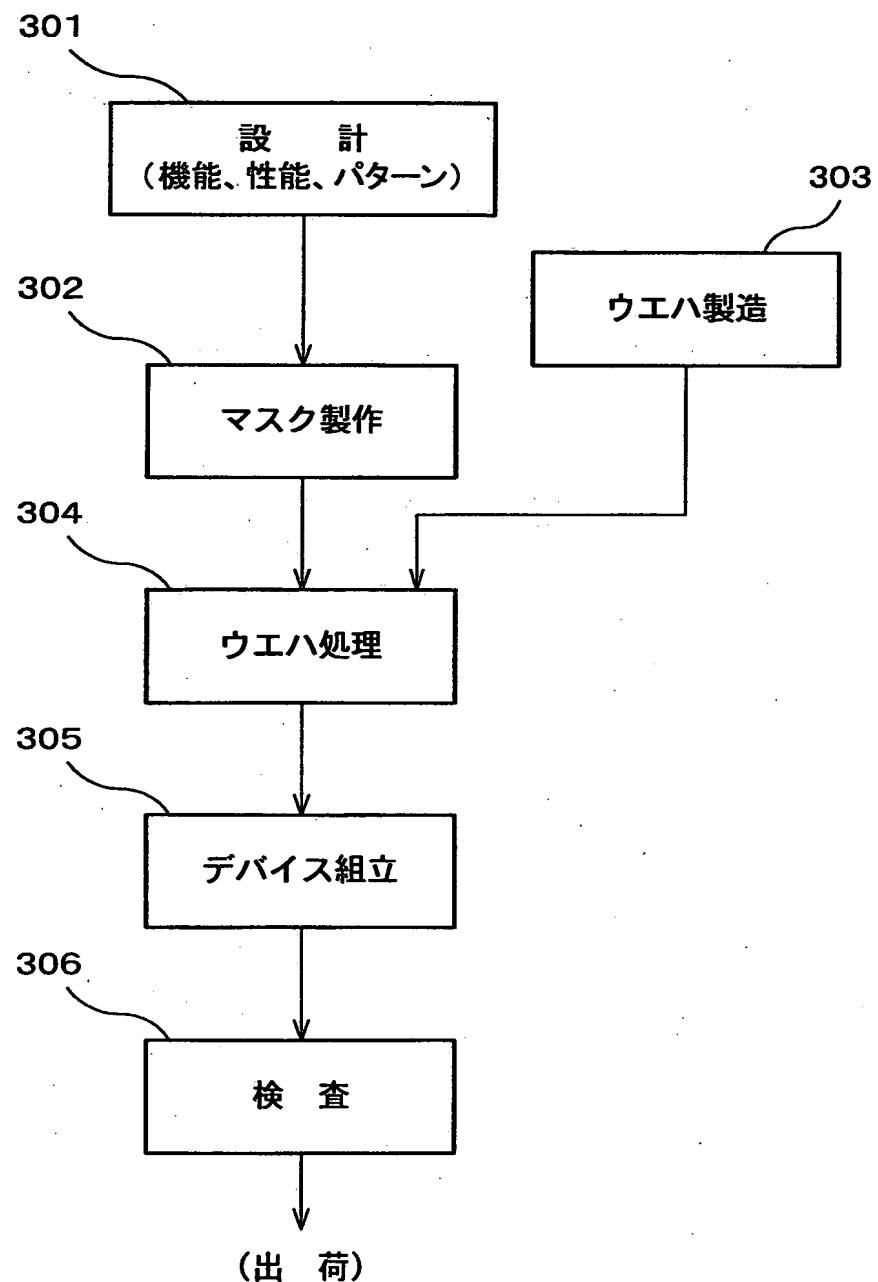
【図4】



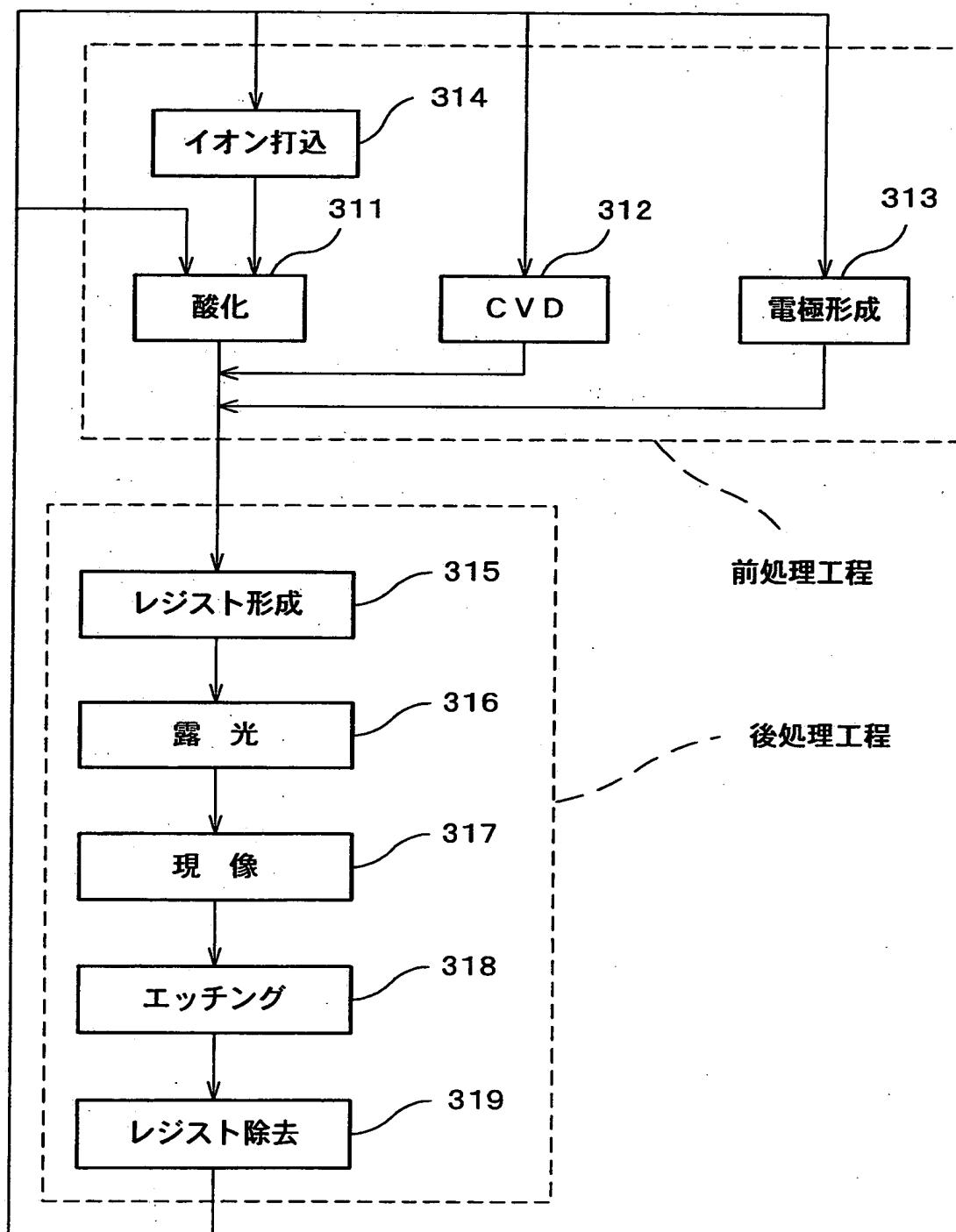
【図5】



【図6】



【図7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 1 ロットの基板を処理するに当たり、基板上の複数領域の位置を高精度かつ高スループットで検出する。

【解決手段】 ロット内の  $n$  枚目 ( $n \geq 2$ ) より前のウエハについては、全ショットの位置を検出し、各位置ずれ量を非線形成分と線形成分とに分離し（ステップ108～112）、その位置ずれ量と評価関数とを用いてウエハの非線形歪みを評価し、その評価結果に基づいて決定された補完関数に基づいて全ショットの位置ずれ量の非線形成分を算出する（ステップ114～118）。一方、 $n$  枚目以降のウエハについては、EGAにより位置ずれ量の線形成分を補正した全ショットの位置座標を算出する（ステップ120）。そして、その線形成分を補正した全ショットの位置座標と、上で算出された非線形成分に基づいてショットの位置を検出する（ステップ122）。

【選択図】 図2

認定・付加情報

|         |               |
|---------|---------------|
| 特許出願の番号 | 特願2000-161323 |
| 受付番号    | 50000670724   |
| 書類名     | 特許願           |
| 担当官     | 第五担当上席 0094   |
| 作成日     | 平成12年 6月 1日   |

＜認定情報・付加情報＞

【提出日】 平成12年 5月31日

出願人履歴情報

識別番号 [000004112]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号  
氏 名 株式会社ニコン